Santé Canada Health Canada

Votre santé et votre sécurité... notre priorité. *Your health and safety... our priority.*

Santé et changements climatiques :

Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada

Canada

Santé et changements climatiques :

Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada

Dirigé par :

Jacinthe Séguin
Santé Canada

Santé Canada est le ministère fédéral qui aide les Canadiennes et les Canadiens à maintenir et à améliorer leur état de santé. *Nous évaluons l'innocuité des médicaments et de nombreux produits de consommation, aidons à améliorer la salubrité des aliments et offrons de l'information aux Canadiennes et aux Canadiens afin de les aider à prendre de saines décisions. Nous offrons des services de santé aux peuples des Premières nations et aux communautés inuites. Nous travaillons de pair avec les provinces pour nous assurer que notre système de santé répond aux besoins de la population canadienne.*

Publication autorisée par le ministre de la Santé.

Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada

Also available in English under the title:
Human Health in a Changing Climate: A Canadian Assessment of Vulnerabilities and Adaptive Capacity

La présente publication est également disponible sur demande sur disquette, en gros caractères, sur bande sonore ou en braille.

Pour obtenir plus de renseignements ou des copies supplémentaires, veuillez communiquer avec :

Publications
Santé Canada
Ottawa (Ontario) K1A 0K9
Tél. : 613-954-5995
Téléc. : 613-941-5366
Courriel : info@hc-sc.gc.ca

© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, représentée par le ministre de Santé, 2008

La présente publication peut être reproduite sans autorisation dans la mesure où la source est indiquée en entier.

SC Pub. : 4039
Cat. : H128-1/08-528F
ISBN : 978-0-662-08645-1

Photo sur la couverture de l'inondation au Saguenay courtoisie du Centre canadien de télédétection, Ressources naturelles Canada.

ÉDITRICE

Jacinthe Séguin	Santé Canada

AUTEURS

Diane Bélanger	Institut national de santé publique du Québec et Centre hospitalier universitaire de Québec
Peter Berry	Santé Canada
Véronique Bouchet	Environnement Canada
Dominique Charron	Centre de recherches pour le développement international
Kaila-Lea Clarke	Santé Canada
Bernard Doyon	Centre hospitalier universitaire de Québec
Manon Fleury	Agence de la santé publique du Canada
Christopher Furgal	Indigenous Environmental Studies Program, Trent University
Pierre Gosselin	Institut national de santé publique du Québec, Ouranos, et Centre hospitalier universitaire de Québec
Serge Lamy	Santé Canada
L. Robbin Lindsay	Agence de la santé publique du Canada
Gordon McBean	Institut de prévention des sinistres catastrophiques et départements de géographie et de sciences politiques, University of Western Ontario
Nicholas Ogden	Agence de la santé publique du Canada
Jacinthe Séguin	Santé Canada
Corinne J. Schuster	United Nations University
Colin L. Soskolne	École de santé publique, University of Alberta

COLLABORATEURS

Peter Berry (Santé Canada), Mark Buell (L'Organisation nationale de la santé autochtone), Kathleen Buset (Environnement Canada), Laurie Chan (University of Northern British Columbia), Quentin Chiotti (Pollution Probe), Kaila-Lea Clarke (Santé Canada), Sophie Cousineau (Environnement Canada), Victoria Edge (Agence de la santé publique du Canada), Gylda Fry (Santé Canada), Christopher Furgal (Trent University), Mélissa Giguère (Institut national de santé publique du Québec), Andrew Hallak (Institut de prévention des sinistres catastrophiques), Michel Jean (Environnement Canada), Barry Jessiman (Santé Canada), Branka Jovic (Santé Canada), Stan Judek (Santé Canada), Cheryl Khoury (Santé Canada), Justine Klaver-Kibria, Tom Kosatsky (BC Centre for Disease Control), Paul Kovacs (Institut de prévention des sinistres catastrophiques), Marie-Andrée Lévesque (Université Laval), Eric Litvak (Direction de Santé publique de Montréal), Daniel Martin (Santé publique, Centre de recherche du CHUL-CHUQ), David Noble, Nicholas Ogden (Agence de la santé publique du Canada), Radenko Pavlovic (Environnement Canada), Nedka Pentcheva (Environnement Canada), Dieter Riedel (Santé Canada), Jacinthe Séguin (Santé Canada), Dave Stieb (Santé Canada), Jinhui Zhao (Institut de prévention des sinistres catastrophiques).

REMERCIEMENTS

Le Bureau des changements climatiques et de la santé, Santé Canada, tient à remercier les personnes suivantes pour leur participation à la révision des chapitres, pour leurs commentaires et conseils, et pour leur support à la coordination des activités nécessaires à la préparation de cette publication.

Comité directeur

Horacio Arruda	Conseil des médecins hygiénistes en chef
Alain Bourque	Ouranos, Québec
George de Berdt Romilly	Climate Canada Atlantic, Nouvelle-Écosse
Daniel Krewski	Institut de recherche sur la santé des populations, Université d'Ottawa
Robert Lannigan	Département de microbiologie et d'immunologie, University of Western Ontario
Don Lemmen	Ressources naturelles Canada
Don MacIver	Environnement Canada
Gordon McBean	Institut de prévention des sinistres catastrophiques et Départements de géographie et de sciences politiques, University of Western Ontario
Lisa Stringer	Agence de santé publique du Canada
John Wellner	Ontario Medical Association

Réviseurs

Vic Adamowicz, Terry Battcock, Lianne Bellisario, Jim Berner, Ian Burton, Monica Campbell, André Cyr, Jean-François Dionne, Kristie Ebi, Betty Edwards, David Etkin, Mark Goldberg, Pierre Gosselin, Emdad Haque, Dave Hutton, Roy Kwiatkowski, John Last, Don Lemmen, Diane McClymont-Peace, Véronique Morisset, Linda Mortsch, Simone Powell, Timothy Ramsay, Dieter Riedel, Guy Sanfaçon, Ryan Schwartz, Don Shropshire, Barry Smit, Robert Smith, Paul Sockett, Craig Stephen, Douw Steyn, Dean Stinson O'Gorman, Pierre Valois, Lisa Van Buren, Jay Van Oostdam, David Waltner-Toews, Leslie Whitby, et Kue Young.

Secrétariat et coordination du processus d'évaluation par les pairs

Marcia Armstrong, Ben Brisbois, Kaila-Lea Clarke, Jim Frehs, Catherine McIntosh, Dawn Paszkowski, Mark Saigeon, Anita Walker, Catherine Wilde, et Anna Yusa.

PRÉFACE

Les médecins, le personnel infirmier et les fonctionnaires de la santé publique et de la gestion d'urgences sont toujours à l'affût de changements qui auront une incidence sur le bien-être de la population. De plus en plus, ils reconnaissent les effets possibles de la détérioration de l'environnement sur la santé et sont à la recherche d'information pour orienter les interventions cliniques et encourager les programmes de prévention en santé publique. Ces professionnels de la santé et les autres décideurs en matière de santé sont de plus en plus sensibilisés aux changements climatiques et à leurs effets possibles sur la santé. Cependant, les lacunes qui persistent en matière de connaissance des risques actuels et futurs constituent un obstacle important à l'adaptation. Santé Canada a donc décidé de publier ce rapport en réponse au nombre grandissant de demandes d'information sur la façon dont les Canadiens seront touchés par les changements climatiques. Des connaissances accrues pourront améliorer la capacité des Canadiens et de leurs collectivités en supportant les activités de sensibilisation de la population et les démarches pour protéger les personnes vulnérables de la société; et ainsi améliorer la qualité de nos vies.

L'Évaluation intitulée « *Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* » constitue la première analyse exhaustive des vulnérabilités sanitaires liés aux changements climatiques au Canada, et donne un résumé à jour des effets connus du climat actuel sur la santé des Canadiens ainsi qu'un aperçu de ce que d'autres changements climatiques pourraient nous réserver.

Ce document vise à sensibiliser ceux qui sont chargés de protéger la santé contre les risques que représentent les changements climatiques pour la santé. Il est espéré que les résultats de l'évaluation orienteront les communautés de la santé publique et de la gestion d'urgences et les aideront à adapter des plans, des politiques et des programmes pour prévenir et réduire les risques pour la santé. Les évaluations régionales réalisées pour ce rapport soulignent les rôles importants joués par divers secteurs, gouvernements et citoyens dans la protection de la santé et indiquent également le besoin de comprendre les effets des changements climatiques aux échelles locale et régionale. Les constats du rapport se veulent un point de départ. C'est pourquoi nous espérons que les chercheurs et les décideurs canadiens poursuivront le travail afin d'enrichir les connaissances sur les risques pour les Canadiens dans le but d'élaborer les stratégies d'adaptation nécessaires.

À ses origines, l'envergure du projet se voulait beaucoup plus modeste. Toutefois, les encouragements des partenaires et des intervenants nous ont incité à élargir l'ampleur de notre recherche sur ce phénomène qui préoccupe les Canadiens. Nous avons bénéficié des conseils judicieux des participants aux d'ateliers préliminaires et de nombreux experts tout au long du projet. Je suis reconnaissante aux nombreuses personnes qui partageaient notre vision et qui ont donné de leur temps pour mener des recherches, fournir leur expertise et réviser les ébauches de chapitres. La contribution d'un si grand nombre de personnes provenant d'organisations et d'établissements de partout au Canada témoigne de la nature multidisciplinaire et coopérative de ce projet. Sans leur dévouement à l'avancement de nos connaissances, ce rapport n'aurait pas vu le jour. Je tiens donc à les remercier.

Jacinthe Séguin
Santé Canada
Éditrice

AVANT-PROPOS

Les changements climatiques sont une source de défis majeurs au maintien et à l'amélioration de la santé et du bien-être des gens de partout dans le monde. Même les pays développés comme le Canada ne sont pas à l'abri des répercussions des dangers d'origine climatique, comme les phénomènes météorologiques extrêmes. Tant que les risques pour la santé dus à ces événements extrêmes et au réchauffement planétaire persistent, les informations scientifiques requises pour y faire face doivent être communiquées aux responsables de la santé et des interventions d'urgence pour qu'ils puissent prendre les mesures d'adaptation nécessaires.

Ce nouveau rapport de Santé Canada est une évaluation à jour des recherches récentes sur les risques pour la santé posés par les changements climatiques. Le thème de la Journée mondiale de la santé 2008 est « Protéger la santé face au changement climatique », ce qui nous rappelle l'urgence du phénomène et la nécessité de prendre des mesures pour protéger ceux qui sont le plus vulnérables aux répercussions des changements climatiques sur la santé.

Cette évaluation s'inspire de l'orientation fournie dans le document intitulé « Methods for Assessing Climate Change and Health Vulnerabilities and Public Health Adaptation », fruit d'une collaboration de plusieurs années entre l'Organisation mondiale de la Santé, Santé Canada, le Programme des Nations Unies pour l'environnement et l'Organisation météorologique mondiale. Il est essentiel que les chercheurs, les représentants des gouvernements et les organismes de santé poursuivent les collaborations pour faire face aux effets des changements climatiques, afin que nous puissions réduire les risques pour la santé des populations les plus vulnérables.

Les constats et les leçons retenues de l'Évaluation de Santé Canada pourront se révéler utiles pour d'autres pays, qui souhaitent examiner les vulnérabilités existantes de leurs populations et mobiliser les professionnels de la santé dans les travaux futurs d'adaptation.

Maria Neira
Directrice
Département Santé publique et environnement
Organisation mondiale de la Santé

Roberto Bertollini
Directeur
Bureau régional de l'OMS pour l'Europe

TABLE DES MATIÈRES

Auteurs et collaborateurs i

Remerciements ii

Préface iii

Avant-propos iv

Chapitre 1 – Introduction 1

Chapitre 2 – Méthodes d'évaluation 27

Chapitre 3 – Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes 45

Chapitre 4 – Qualité de l'air, changements climatiques et santé 125

Chapitre 5 – Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs 193

Chapitre 6 – Les effets des changements climatiques sur la santé au Québec 241

Chapitre 7 – Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien 343

Chapitre 8 – Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada 413

Chapitre 9 – Conclusion 507

Glossaire 519

Chapitre 1

Introduction

Jacinthe Séguin
Kaila-Lea Clarke

Chapitre 1

TABLE DES MATIÈRES

1.1 Les changements climatiques et la présente Évaluation 4

1.1.1 Introduction 4

1.1.2 Origines de l'Évaluation 5

1.1.3 Portée et structure de l'Évaluation 6

1.2 Les changements climatiques et météorologiques 7

1.2.1 Conditions météorologiques, variabilité du climat et changements climatiques à l'échelle planétaire 7

1.2.2 Le climat canadien en changement 8

1.2.3 Effets des changements climatiques au Canada 11

1.2.4 Vulnérabilité aux effets des changements climatiques 12

1.3 Les changements climatiques et la santé 13

1.3.1 Lien entre les changements climatiques et la santé 13

1.3.2 Les populations à risque 16

1.3.3 Étude des changements climatiques et de la santé : approches et défis 18

1.4 Adaptation et capacité d'adaptation 21

1.4.1 Comprendre ce qu'est la capacité d'adaptation 21

1.4.2 Cap sur l'adaptation 21

1.5 Références 23

Chapitre 1

1.1 LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LA PRÉSENTE ÉVALUATION

1.1.1 Introduction

Depuis plus d'une vingtaine d'années, les travaux des scientifiques signalent que le climat de la Terre évolue rapidement. Selon les conclusions du quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), qui s'appuient sur des observations à l'échelle du globe de l'augmentation des températures de l'air et des océans, de la fonte généralisée de la neige et de la glace et de l'élévation du niveau moyen mondial des mers (GIEC, 2007c, p. 5), le réchauffement du système climatique est sans équivoque. Certes, les processus naturels ont toujours influé sur le climat de la planète, mais on considère que les activités humaines, en particulier l'utilisation des combustibles fossiles et les changements dans l'utilisation et l'aménagement des terres, sont principalement responsables des changements climatiques observés depuis le milieu du 20e siècle (GIEC, 2007c). Au Canada, les températures moyennes ont monté de 1,2 °C depuis cinquante ans et devraient augmenter encore plus au cours du présent siècle (Gouvernement du Canada, 2006).

Les changements climatiques sont un phénomène planétaire qui n'épargne aucune région du monde. Il influe sur les systèmes naturels et anthropiques, notamment les ressources hydriques, les écosystèmes, les produits alimentaires et forestiers, les zones côtières et de faible élévation, l'industrie, les zones peuplées et les sociétés, et la santé publique; de plus, il a des répercussions sociales, économiques et environnementales importantes (Stern, 2006; GIEC, 2007c). Alors que ces changements se produisent, il est nécessaire de développer et de mettre en place des mesures d'adaptation pour protéger les Canadiens et leur collectivité. Pour s'adapter à ce phénomène, les décideurs et les citoyens doivent modifier leurs activités et se préparer à pouvoir faire face à des événements et à des conditions d'une envergure qu'ils n'ont parfois dans certains cas jamais connus. Les scénarios du futur climat planétaire ou régional peuvent contribuer à la planification d'un avenir qui soit sûr et prospère pour les générations futures partout à travers le monde.

Il est donc nécessaire de mener des évaluations périodiques de la vulnérabilité aux changements climatiques afin d'élaborer et de soutenir les processus d'adaptation. Tous les pays contribuent à l'augmentation rapide de la connaissance des effets de ce phénomène sur la santé et à mettre en commun cette information. Plusieurs publications récentes faisant état des effets des changements climatiques aux échelles mondiale, nationale et régionale ont mis en évidence les impacts sur la santé des populations (McMichael et coll., 2003; Berner et coll., 2005; Menne et Ebi, 2006; Stern, 2006; Confalonieri et coll., 2007)[1].

1 Le chapitre sur la santé du quatrième Rapport d'évaluation du GIEC (Confalonieri et coll., 2007) (en anglais seul.) présente une liste d'évaluations nationales des impacts des changements climatiques. L'Organisation mondiale de la Santé a également élaboré un certain nombre d'évaluations des risques que posent les changements climatiques sur le plan de la santé, ou a participé à des évaluations de ce genre (McMichael et coll., 2003; Menne et Ebi, 2006).

Il est largement admis que les efforts consentis doivent principalement porter sur l'étude des vulnérabilités présentes et futures sur le plan de la santé afin d'identifier les mesures qui aideront les personnes touchées, en particulier les plus vulnérables.

La présente Évaluation fait la synthèse des connaissances les plus actuelles sur les effets du climat sur la santé des Canadiens et jette un regard sur l'avenir dans le contexte des scénarios du climat futur. De plus, elle examine comment les gouvernements, les collectivités et les individus s'appuient sur la capacité actuelle pour contrer et atténuer les effets du climat sur la santé. L'ensemble des analyses exposées souligne les vulnérabilités sur le plan de la santé et les domaines dans lesquels il faut faire preuve d'une plus grande vigilance ainsi que d'enrichir nos connaissances afin de protéger la santé des Canadiens.

1.1.2 Origines de l'Évaluation

Dans la dernière décennie, le Canada a mené plusieurs évaluations des répercussions des changements climatiques, ou a participé à des évaluations de ce genre, qui ont mis en lumière certains effets possibles des changements climatiques sur la santé. Un premier rapport, *L'Étude pancanadienne sur l'adaptation à la variabilité et au changement climatique,* examine les études publiées sur les effets des changements climatiques sur la santé au Canada (Koshida et Avis, 1998). En 2008, une deuxième évaluation exhaustive est publiée, *De la réduction des impacts à l'adaptation : Le Canada face aux changements climatiques en 2007,* et traite des enjeux importants, entre autres la santé, auxquels fait face chaque région du Canada (Lemmen et coll., 2008). Enfin, *L'évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique* (EICCA) a été une initiative internationale remarquable qui a établi le profil des effets des changements climatiques sur la santé des populations de l'Arctique, dont celles du Canada (Berner et coll., 2005).

Dans la planification de la présente Évaluation, Santé Canada a reconnu qu'il était nécessaire de comprendre l'importance des scénarios du climat futur et du changement environnemental aux échelles mondiale et locale pour la santé de la population. L'Évaluation fournit une occasion de présenter aux décideurs une perspective intégrée des vulnérabilités des Canadiens. De plus, elle permettait d'ouvrir la voie aux recherches, politiques et actions futures. En conséquence, en 2003, Santé Canada a lancé ce processus d'évaluation consultatif et d'enquête fondé sur l'approche proposée par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) dans sa publication de 2003 intitulée en anglais *Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change* (Kovats et coll., 2003) en vue de réaliser la présente Évaluation.

Un comité directeur national, formé de divers représentants d'organisations publiques et privées, a orienté le processus d'évaluation auquel ont contribué, par leurs données ou conseils, plus de 350 intervenants, praticiens, décideurs gouvernementaux et chercheurs dans toute une série d'activités (p. ex., ateliers d'établissement de la portée, exercices de simulations théoriques, réunions du comité, entrevues clés, examens par les pairs). La diversité des opinions a élargi la portée de l'enquête remis en question les hypothèses et étoffé l'analyse. Il s'agit de la première évaluation au Canada qui met en lumière les vulnérabilités sur le plan de la santé, qui est menée par des chercheurs en santé et soutenue par des experts issus de nombreuses autres disciplines et horizons.

1.1.3 Portée et structure de l'Évaluation

Le comité directeur national a pris en ligne de compte les limites des connaissances actuelles, la capacité de recherche ainsi que l'accessibilité et l'exhaustivité des données lorsqu'il a décidé de l'approche adoptée dans le cadre de la présente initiative. Ainsi l'approche et la portée de l'Évaluation visent donc à atteindre les objectifs suivants :

- établir des données de référence en ce qui concerne la relation entre le climat en évolution et les impacts directs et indirects du climat en évolution sur la santé;
- créer un cadre d'analyse de la capacité d'adaptation et définir la capacité des populations choisies à faire face et à s'adapter à des impacts particuliers;
- prouver l'utilité et la réplicabilité des méthodes utilisées dans le cadre de l'Évaluation; et
- conclure des partenariats pour faire progresser les politiques et les travaux scientifiques dans le domaine.

L'Évaluation rassemble toute l'information recueillie par diverses méthodes : revue de la littérature, études de modélisation, exercices de simulations théoriques, entrevues avec des personnes clés et sondages auprès de la population afin de présenter les données probantes sur les risques pour la santé liés aux changements climatiques, incluant les vulnérabilités d'intérêt. Elle comprend des investigations à l'échelle nationale et régionale. Étant donné qu'un bon nombre de données sont recueillies à l'échelle provinciale, ceci permet de tirer des enseignements utiles de cet exercice en vue d'applications futures aux échelles tant locales que régionales ou provinciales au Canada, et de prodiguer des conseils pertinents aux fins des décisions d'orientation de tous les ordres de gouvernement.

Voici la structure du présent rapport :

Dans l'introduction, on présente sommairement la portée et la structure de l'Évaluation, puis l'information de référence sur les changements climatiques au Canada permettant de comprendre la relation entre le changement du climat et la santé. Le processus d'évaluation et le contenu des chapitres suivent.

Au chapitre 2, Méthodes d'évaluation, on aborde la méthodologie utilisée dans le cadre de l'Évaluation, ainsi que les limites générales, y compris les incertitudes. Les méthodes et techniques propres aux enquêtes des chapitres spécifiques sont décrites en détail dans les chapitres concernés.

Dans le chapitre 3, Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes, on examine les manifestations des dangers naturels liés au climat au Canada, en exposant les effets d'événements climatiques sur la santé et les systèmes, ainsi que les mesures prises pour les atténuer. On y propose également des directions stratégiques de recherche, des politiques et des mesures nécessaires à la réduction des risques dans l'avenir.

Le chapitre 4, Qualité de l'air, changements climatiques et santé, dresse un bref aperçu des impacts sur la santé de la pollution atmosphérique et de ses interactions avec les températures élevées. On y examine les effets d'un scénario du climat futur sur la qualité de l'air au Canada, et on a recours à la modélisation pour prévoir les impacts futurs sur la santé. Il est également question des stratégies de gestion des risques au pays, y compris les principaux besoins en matière de recherche sur le sujet.

Dans le chapitre 5, Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs, on examine les effets potentiels des changements climatiques au Canada sur les risques de maladies qui sont d'origine hydrique, alimentaire et transmises par certains insectes, tiques et rongeurs. On y décrit brièvement les principales initiatives sanitaires actuelles qui visent à protéger les populations, et les orientations futures de la recherche et de la gestion des risques.

Les chapitres 6, Les effets des changements climatiques sur la santé au Québec, et 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien, constituent des évaluations des vulnérabilités sur le plan de la santé dans deux régions du pays; chacune couvrent de façon exhaustive les répercussions traitées dans le contexte de la présente Évaluation. On a choisi ces régions parce qu'on disposait suffisamment de données et d'études de cas à leur égard ainsi que de l'engagement de chercheurs.

Au chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada, on évalue la capacité d'adaptation en déterminant la capacité de réaction actuelle face à une exposition accrue ou la sensibilité de la population à certains risques climatiques et la capacité à gérer les maladies sensibles au climat. On y énumère également les mesures visant à renforcer la capacité à gérer les risques, en plus de décrire l'évolution possible de l'exposition et des sensibilités de la population dans l'avenir au Canada.

Le chapitre 9, Conclusion, fait le bilan des conclusions de chaque chapitre et présente cinq thèmes communs à l'ensemble des chapitres. Chaque thème relève des constats qui pourront influencer les décisions actuelles au niveau des politiques et de la programmation ainsi que les directions de la recherche au Canada.

1.2 LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES

1.2.1 Conditions météorologiques, variabilité du climat et changements climatiques à l'échelle planétaire

Quand on étudie les répercussions des changements climatiques sur la santé, il est important de faire une distinction entre les effets résultant des différents types d'exposition à des phénomènes d'ordre météorologique : conditions météorologiques (le temps qu'il fait), variabilité du climat et changements climatiques à long terme (McMichael et coll., 2003). Le climat désigne le temps moyen qu'il fait d'une journée à l'autre, définit par des variables telles que la température, les précipitations, l'humidité, la couverture nuageuse et le vent. La variabilité du climat est un écart par rapport au climat moyen, et englobe les variations saisonnières et les cycles régionaux à grande échelle, comme El Niño. Les changements climatiques, qui s'échelonnent sur des décennies, voire des périodes plus longues, sont des changements soutenus par rapport aux conditions prévues et habituelles du climat pour une région donnée (Environnement Canada, 2001). À une échelle globale, les changements climatiques signifient des changements à long terme des conditions météorologiques sur l'ensemble de la planète que l'on peut mesurer au moyen des principales variables météorologiques (p. ex., la température, les précipitations).

Le constat du dernier siècle est clair : la planète est en train de se réchauffer. L'augmentation totale des températures est d'environ 0,76 °C (de 1850 – 1899 à 2001 – 2005). Onze des douze dernières années (1995 – 2006) ont été les plus chaudes depuis l'enregistrement des données (GIEC, 2007c). De nombreux autres changements ont également été observés, notamment dans les températures et l'étendue des glaces de l'Arctique, les régimes des précipitations, les vents et certains aspects des phénomènes météorologiques extrêmes comme les sécheresses, les fortes précipitations, les vagues de chaleur et l'intensité des cyclones tropicaux (Confalonieri et coll., 2007). On juge qu'il est nécessaire de réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) pour limiter la vitesse et l'ampleur des changements climatiques dans l'avenir. Toutefois, étant donné l'inertie du système climatique de la Terre, on prévoit que le réchauffement et les changements connexes des paramètres du climat, comme le régime des précipitations et les phénomènes météorologiques extrêmes, se poursuiveront (Confalonieri et coll., 2007).

Grâce à l'avancement de la science, un plus grand nombre de simulations d'une gamme de scénarios futurs possibles issus de divers modèles sont maintenant disponibles et fournissent une base quantitative permettant d'estimer la probabilité de nombreux aspects des changements climatiques (GIEC, 2007c). Les modèles atmosphériques mondiaux prévoient que, dans les vingt prochaines années, la température montera de 0,2 °C par décennie à l'échelle du globe. De plus, même si les concentrations atmosphériques de GES restaient constantes aux niveaux de l'an 2000, on observerait néanmoins une hausse de 0,1 °C par décennie de la température moyenne mondiale. Toujours selon les modèles, l'ampleur du réchauffement variera d'une région à l'autre, le réchauffement le plus important survenant sur les continents et aux latitudes élevées (GIEC, 2007c). On prévoit également des précipitations plus abondantes aux latitudes élevées, et moins abondantes dans la plupart des régions terrestres subtropicales (GIEC, 2007c). Le réchauffement sera accompagné d'une diminution de la couverture neigeuse, d'une réduction de l'étendue et de la durée de la glace de mer dans l'Arctique et d'une augmentation de la profondeur de fonte du pergélisol. Ces changements s'inscrivent dans la continuité des tendances observées (GIEC, 2007c).

1.2.2 Le climat canadien en changement

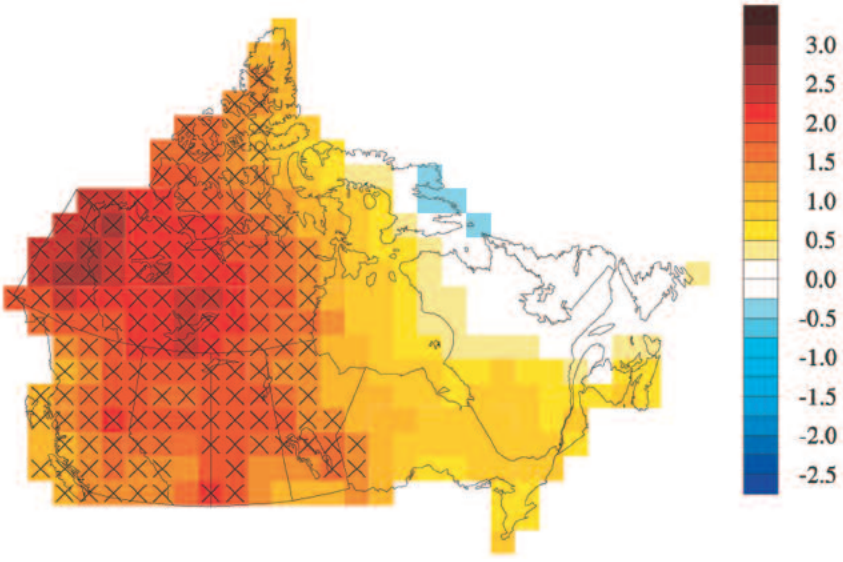
Sur le plan géographique, le Canada est un territoire immense et diversifié, qui couvre 48 degrés de latitude, de l'île Pelée à l'extrême sud, à l'océan Arctique dans le nord, s'étendant jusque dans les océans Atlantique et Pacifique. L'intérieur de cette masse terrestre est caractérisé par une topographie variée, et des écosystèmes et des régimes climatiques considérablement différents. Le climat canadien est très variable d'une saison et d'une année à l'autre.

L'examen des enregistrements passés révèle que, depuis cinquante ans, la température moyenne au Canada s'est élevée de 1,2 °C. Les enregistrements peuvent fournir des indications de la direction des changements mais, étant donné la complexité du système climatique de la Terre, des analyses plus poussées sont nécessaires pour prévoir les changements susceptibles de se produire dans l'avenir. Il existe des modèles mathématiques et des scénarios qui intègrent divers effets du climat et décrivent en détail les implications des changements en Amérique du Nord et au Canada, et ils sont améliorés sur une base continue. Ces dernières années, le Canada a soutenu plusieurs initiatives visant à établir des projections régionales qui prenaient en compte des facteurs socio-économiques et d'autres variables environnementales pertinentes à l'échelle régionale. La Fondation canadienne pour les sciences du climat et de l'atmosphère, le Service météorologique du Canada, le Projet canadien des scénarios de répercussions climatiques (CCIS) à

l'Université de Victoria, le consortium Ouranos et des modélisateurs d'autres universités canadiennes contribuent à établir et à améliorer les projections du climat à l'échelle régionale pour le Canada. On considère que les modèles utilisés fournissent des projections plausibles des changements pour le 21e siècle.

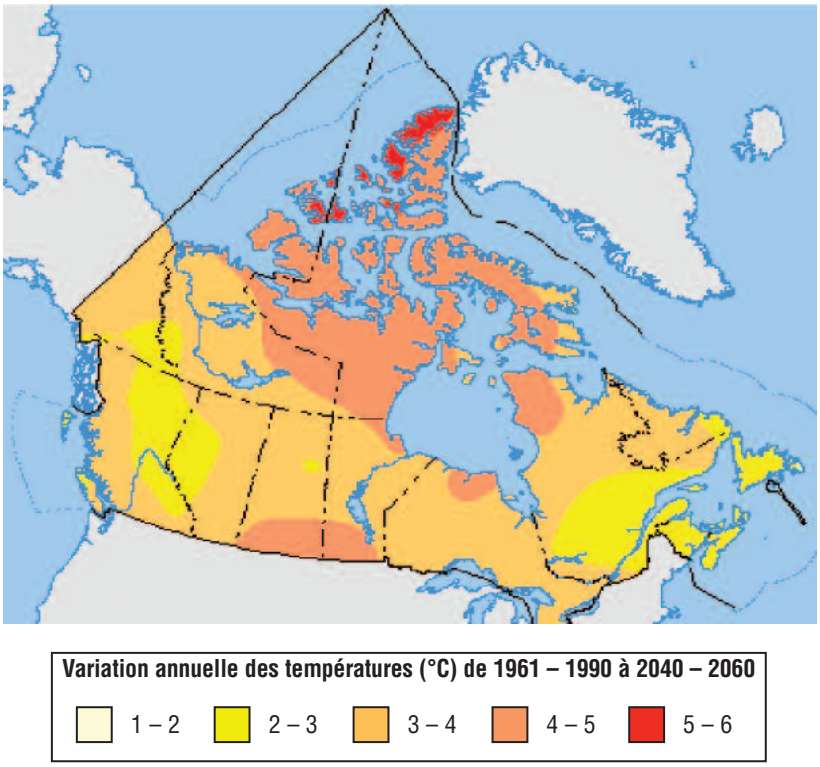
Selon les projections des modèles, le Canada continuera de connaître un réchauffement supérieur à celui de la plupart des autres régions du monde au cours du présent siècle (Gouvernement du Canada, 2006). C'est au Yukon et dans les Territoires du Nord-Ouest qu'on observe actuellement la hausse la plus marquée des températures, et un refroidissement modéré sur l'île de Baffin, dans l'est de l'Arctique (figure 1.1). L'augmentation projetée des températures variera d'une région à l'autre du pays, et sera la plus élevée dans l'Arctique et le centre-sud des Prairies (figure 1.2). Les précipitations ont augmenté dans la presque totalité des régions, à l'exception des provinces des Prairies et de l'extrémité est de l'île de Baffin (figure 1.3). Par contre, ce que les statistiques générales ne montrent pas, c'est que même si les précipitations augmentent, elles deviennent aussi plus irrégulières. Cette tendance se poursuivra; dans certaines régions, les précipitations seront plus intenses, causant peut-être des inondations et, dans d'autres, des conditions record de sécheresse seront enregistrées. En général, les modèles projettent une hausse des précipitations annuelles dans nombre de régions, avec des épisodes plus fréquents de fortes précipitations, une diminution des précipitations pendant la saison de croissance et une augmentation en hiver (Lemmen et coll., 2008) (figure 1.4). Les chercheurs des domaines de la santé et du climat considèrent avec intérêt les changements prévus de ces variables (la température et les précipitations) et la variation de la distribution régionale de ces variables; ce qui dénote l'importance des études d'envergure régionale et locale dans l'établissement des risques et des vulnérabilités.

Figure 1.1 Distribution régionale des tendances linéaires des températures (°C) observées au Canada entre 1948 et 2003



Nota : Les « X » désignent les régions où les tendances sont statistiquement significatives.
Source : Zhang et coll., 2000 (mise à jour en 2005).

Figure 1.2 Scénario national des températures annuelles en 2050 : Simulation des changements projetés des températures moyennes annuelles au Canada pour la période de 1961 – 1990 à 2040 – 2060

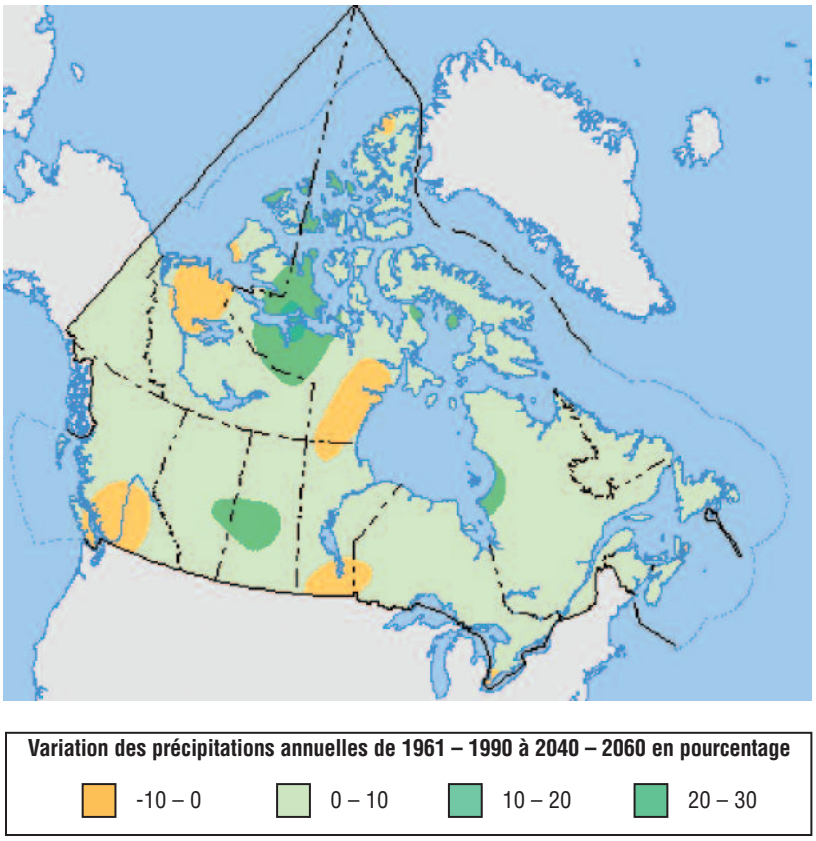


Source : Atlas du Canada, 2003b.

Figure 1.3 Distribution régionale des tendances linéaires des précipitations en pourcentage observées au Canada entre 1948 et 2003

Nota : Les « X » désignent les régions où les tendances sont statistiquement significatives.
Source : Zhang et coll., 2000 (mis à jour en 2005).

Figure 1.4 Scénario national des précipitations annuelles en 2050 : Simulation des changements projetés des températures moyennes annuelles au Canada pour la période de 1961 – 1990 à 2040 – 2060



Source : Atlas du Canada, 2003a.

1.2.3 Effets des changements climatiques au Canada

Dans son *quatrième Rapport d'évaluation,* le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat constate qu'il y a eu un accroissement marqué des études des tendances observées dans l'environnement et des relations entre ces tendances et les changements climatiques observés à l'échelle régionale depuis la publication de son *troisième Rapport* en 2001. Le GIEC rappelle en effet dans son dernier rapport une des conclusions du *troisième Rapport* qui affirmait « avec un degré de confiance élevé, que les variations récentes de la température à l'échelle régionale ont eu des répercussions discernables sur beaucoup de systèmes physiques et biologiques » (GIEC, 2007b, p. 2). Parmi les systèmes naturels qui sont affectés par des changements à une échelle régionale, en particulier une augmentation des températures, notons les changements de l'enneigement, des glaces et du pergélisol; le déplacement de l'aire de répartition et la diversité des espèces animales et végétales dans les milieux terrestres, dulcicoles et marins; la précocité de certains événements printaniers; les modifications de la salinité, du pH, des concentrations d'oxygène et de la circulation des océans (GIEC, 2007b).

Les changements climatiques touchent toutes les régions du Canada, mais les effets peuvent varier grandement d'une région à l'autre. Ils sont particulièrement visibles et immédiats dans les régions nordiques du Canada. On observe également à l'heure actuelle des effets du réchauffement progressif des températures sur les écosystèmes et les activités économiques tributaires des ressources naturelles (p. ex., l'agriculture, la foresterie, les pêches, la chasse). On prévoit que la modification des conditions moyennes soit accompagnée de changements de la variabilité du climat, qui accentueront la fréquence de certains phénomènes météorologiques extrêmes. Partout

au pays, depuis une dizaine d'années, on signale un nombre croissant de blessures, d'évacuations et de pertes économiques pouvant atteindre des centaines de millions de dollars qui sont liées à des catastrophes d'origine météorologique (Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC), 2005; Lemmen et coll., 2008). Des événements récents, tels que la tempête de verglas de 1998 dans l'est du Canada, l'ouragan Juan en 2003 dans les provinces Maritimes et les inondations survenues en 2004 à Peterborough et en 2005 à Toronto, montrent que la variabilité du climat peut constituer un défi pour les infrastructures et les communautés à travers le pays et entraîner des changements irréversibles des écosystèmes. Un bon nombre de Canadiens ont également commencé à être touchés par des vagues de chaleur qui, selon les scientifiques, seront de plus en plus fréquentes. D'ici 2050, par exemple, on estime que les chaudes journées d'été où les températures dépassent la barre des 30 °C seront quatre fois plus fréquentes qu'aujourd'hui dans le sud du Canada (Environnement Canada, 2005). Les zones côtières continueront d'être menacées par l'érosion, les phénomènes météorologiques extrêmes et l'élévation du niveau de la mer (Riedel, 2004). Dans l'évaluation la plus récente des impacts du climat au Canada, *De la réduction des impacts à l'adaptation : Le Canada face aux changements climatiques en 2007,* on examine l'ensemble des connaissances sur la vulnérabilité du Canada aux changements climatiques, ainsi que les avantages possibles qui en découleraient dans l'avenir (Lemmen et coll., 2008). Chacun des chapitres régionaux traite des effets actuels et prévus du climat, en mettant l'accent sur les systèmes humains et aménagés, y compris la santé humaine.

1.2.4 Vulnérabilité aux effets des changements climatiques

Les individus sont directement exposés aux changements climatiques du fait de l'évolution des systèmes météorologiques, tels que les phénomènes météorologiques extrêmes de plus en plus intenses et fréquents et les variations des températures moyennes saisonnières et d'autres variables climatologiques, comme les précipitations et les vents. Toutefois, les effets du climat sont vastes, bien au-delà de notre expérience du temps qu'il fait. Le climat joue un rôle important dans la plupart des systèmes essentiels à la vie. Sa vaste influence sur bon nombre de systèmes biologiques et physiques, et la nature imprévisible des phénomènes météorologiques extrêmes contribue à augmenter notre vulnérabilité face aux changements climatiques. Or, pour comprendre les vulnérabilités de la société, qui est un processus complexe en soi, il ne suffit pas de comprendre les effets des changements climatiques sur l'environnement. Il est nécessaire de connaître les interactions entre trois variables :

- l'exposition des individus ou des populations aux impacts du climat;
- la sensibilité à ces impacts; et
- la capacité d'adaptation des individus, des populations et des institutions (que l'on désigne aussi comme la capacité d'accommodation aux conséquences ou l'aptitude d'un système à bien gérer le changement).

Bon nombre de schémas ont mis en relief les liens entre ces trois variables, mais peu offrent des moyens permettant d'intégrer les analyses. La combinaison des analyses de l'exposition, de la sensibilité et de la capacité d'adaptation permet d'approfondir nos connaissances concernant la vulnérabilité. Dans le domaine des impacts et de l'adaptation aux changements climatiques, on définit la vulnérabilité comme « la mesure dans laquelle un système est sensible, ou incapable de faire face, aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes » (GIEC, 2007a, p. 883).

1.3 LES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET LA SANTÉ

1.3.1 Lien entre les changements climatiques et la santé

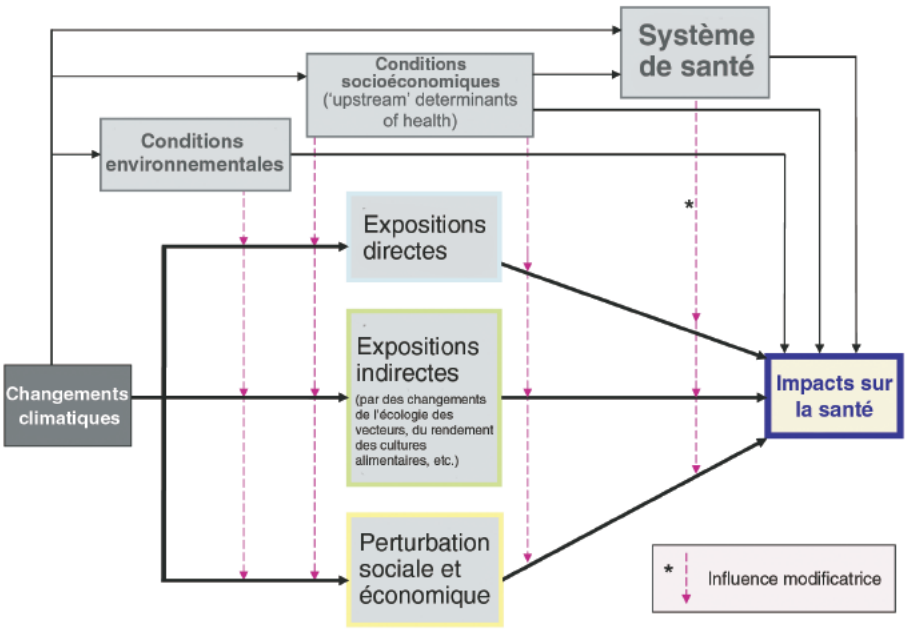
La notion de santé humaine a été définie de plusieurs façons, dont celle-ci : la santé est un état de bien-être physique, mental et social complet, et non seulement l'absence de maladie ou d'infirmité (OMS, 2006, p. 1). Cette notion est largement acceptée et a influencé le développement d'approches de gestion de la santé des populations à travers le monde. Au sujet de la santé, Frankish et coll. (1996) ajoute au concept déjà établi la capacité des gens de s'adapter ou de réagir aux difficultés comme aux changements ou de les contrôler. Il est maintenant largement admis que la santé, à tous les stades de vie, est régie par des interactions complexes entre les facteurs sociaux et économiques, le milieu physique et les caractéristiques et comportements des individus. On appelle ces facteurs les déterminants de la santé, et leurs effets conjugués déterminent l'état de santé des personnes et des populations (Agence de la santé publique du Canada (ASPC), 2003).

Déterminants de la santé

- Revenu et statut social
- Réseaux d'aide sociale
- Éducation et littératie
- Emploi et conditions de travail
- Milieux sociaux
- Milieux physiques
- Hygiène de vie et habiletés d'adaptation
- Développement sain de l'enfant
- Biologie et patrimoine génétique
- Services de santé
- Sexe
- Culture

Le climat est l'un des nombreux facteurs qui jouent un rôle déterminant dans l'état de santé de la population, et il est nécessaire d'effectuer des analyses spéciales pour comprendre les voies complexes par lesquelles les changements climatiques peuvent influer sur la santé humaine. Les conditions météorologiques, la variabilité du climat et d'autres changements environnementaux induits par le climat peuvent influer sur bon nombre de déterminants de la santé. Une violente tempête ou une inondation, par exemple, peut entraîner des pertes de revenus d'emploi pour certaines personnes, une interruption des systèmes essentiels ou des services de santé, une modification du régime alimentaire, une exposition à des contaminants dans l'environnement ou des troubles sociaux — toutes ces répercussions, individuellement ou combinées, peuvent influer sur l'état de santé d'un individu. La relation entre le climat et ses effets sur la santé se manifeste par diverses voies, qui varient en fonction de leur tangente, de leur échelle temporelle ou spatiale et de leur complexité (figure 1.5).

Figure 1.5 Voies par lesquelles les changements climatiques influent sur la santé, et effets concomitants de facteurs propres aux systèmes environnementaux, sociaux et sanitaires



Source : Confalonieri et coll., 2007 *Bilan 2007 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité* (figure 8.1).

Exposition directe

Depuis une dizaine d'années, les phénomènes extrêmes du climat qui sont survenus dans de nombreuses régions du monde ont fourni l'élan nécessaire à l'étude des effets directs du climat sur la santé. Les données recueillies sur les catastrophes ont permis d'améliorer le calcul statistique des analyses. Bien que les effets à long terme de phénomènes climatiques à court terme et soudains demeurent un défi pour les chercheurs en santé, la sensibilité aux températures extrêmes est un des facteurs de stress de la santé humaine les mieux compris (McMichael et coll., 2003; Riedel, 2004). Plusieurs études récentes confirment les effets des températures extrêmes sur la mortalité au sein des populations, ainsi que les vulnérabilités et les seuils variables pour ce qui est des impacts sur la santé (Rainham et Smoyer-Tomic, 2002; Kirch et coll., 2005; Pengelly et coll., 2005). Les résultats des études régionales indiquent clairement que les déterminants sociaux (p. ex., le mode de vie, les vêtements, le logement, les services sociaux) peuvent avoir une incidence sur la mortalité, et qu'il est important de mener des études à l'échelle locale pour comprendre les vulnérabilités particulières. De plus, les conditions météorologiques sont directement en cause dans les accidents de la route (Andrey et coll., 2005). Bien que des périodes plus longues sans neige dans le sud du Canada puissent contribuer à atténuer les conditions routières dangereuses en hiver, Andrey et coll. (2005) indiquent, dans leur étude, que les risques relatifs de mortalité ou de blessures graves sont moins élevés pendant des épisodes de neige que pendant des épisodes de pluie ou caractérisés par un mélange de précipitations.

Exposition indirecte

Les effets sur la santé peuvent également se faire sentir de façon indirecte, par suite des changements induits par le climat sur les milieux biologiques (les végétaux, les organismes, les animaux) ou géochimiques (la composition de l'air). Ces changements peuvent modifier les conditions propices à l'éclosion de maladies infectieuses (maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs). La température et les précipitations influent, par exemple, sur l'établissement, la reproduction et la survie des insectes et d'autres hôtes porteurs de maladies, comme la maladie de Lyme transmise par les tiques et le virus du Nil occidental transmis par les moustiques (Santé Canada, 2005a). On sait que la température et d'autres facteurs jouent un rôle dans l'éclosion des maladies d'origine alimentaire dans la plupart des pays développés de climat tempéré (Kovats et coll., 2004a, 2004b). On associe l'apparition de maladies d'origine hydrique à des précipitations abondantes, à la fonte de la neige au printemps et à des inondations (Bowie et coll., 1997; Rose et coll., 2000; Curriero et coll., 2001; Charron et coll., 2004; Schuster et coll., 2005; Thomas et coll., 2006). Les conditions météorologiques peuvent également affecter la qualité de l'air en contribuant au transport de polluants atmosphériques, à la formation d'ozone troposphérique et à la production de pollens (McMichael et coll., 2003; Garneau et coll., 2005). Il existe un lien bien connu entre les concentrations de polluants atmosphériques et certains effets sur la santé parmi la population.

En outre, les changements climatiques peuvent avoir des répercussions sur les plans économique et social du fait qu'ils peuvent causer la perte d'un emploi ou d'une propriété par suite d'une catastrophe naturelle et, par le fait même, entraînant du stress et d'autres maladies. Les changements climatiques ajouteront à la complexité des défis auxquels font déjà face de nombreuses collectivités à l'échelle du pays qui tirent leurs revenus de l'agriculture, de la foresterie et d'autres activités axées sur les ressources naturelles (Lemmen et coll., 2008). Il est possible que l'accroissement de la charge financière des familles et des collectivités ait une incidence sur de nombreux déterminants de la santé, tels que la nutrition, les conditions de logement et d'hygiène, le stress mental, les tensions conjugales et l'abus de substances toxiques. On a observé des impacts similaires au sein des populations qui ont été touchées par des phénomènes météorologiques catastrophiques.

Le transport est un autre aspect de la société canadienne qui est affecté par les conditions climatiques. Pour bon nombre de résidents des régions nordiques, les « routes sur neige » sont peu fiables quand les hivers sont doux, ce qui entrave l'accès aux sources de nourriture, aux biens et services et aux emplois. Les conditions météorologiques peuvent contribuer aux accidents de la route; dans l'ensemble, les collisions avec blessures représentent, pour le système canadien de la santé, des coûts dépassant les 10 milliards de dollars par année (Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM), 2001).

Tant à l'échelle mondiale que nationale, la répartition des effets positifs et négatifs sur la santé varieront d'un endroit à l'autre, et changeront avec le temps, à mesure que les températures continueront de monter. En 2001, Santé Canada a dressé sa propre liste d'effets des changements climatiques sur la santé à titre de guide préliminaire dans le cadre de son enquête sur les impacts des changements climatiques sur la santé au Canada; cette liste (tableau 1.1) a été très utile dans l'examen de la progression de la compréhension des effets du climat sur la santé au Canada.

Tableau 1.1 Les risques pour la santé liés au climat et les effets types sur la santé

Risques pour la santé	Effets possibles des changements climatiques	Effets potentiels ou projetés sur la santé
Températures extrêmes	• Augmentation de la fréquence et de la gravité des vagues de chaleur • Réchauffement général mais conditions plus froides possibles dans certaines régions	• Maladies et décès liés à la chaleur • Troubles respiratoires et cardiovasculaires • Changement dans la répartition des maladies et de la mortalité dues au froid
Phénomènes météorologiques extrêmes et risques naturels	• Augmentation de la fréquence et de la violence des orages, augmentation de la gravité des ouragans, et autres formes de temps violent • Fortes pluies causant des glissements de terrains et des inondations • Élévation du niveau de la mer et instabilité du littoral • Accroissement des sécheresses dans certaines régions, ce qui affectera les réserves en eau et la production agricole, et causera des feux de forêt • Perturbations sociales et économiques	• Décès, blessures et maladies imputables aux orages violents, aux inondations, à l'instabilité du littoral, etc. • Dommages sociaux et émotionnels, et dommages moraux à long terme dus à la perte d'êtres chers, de biens et de revenus • Impacts des pénuries de nourriture ou d'eau sur la santé • Maladies dues à la contamination de l'eau potable • Effets de la relocalisation des populations et de la surpopulation dans les centres d'hébergement d'urgence • Impacts indirects sur la santé découlant des changements écologiques, des dommages à l'infrastructure et de l'interruption des services de santé • Effets psychologiques, incluant la santé mentale et les maladies reliées aux stress
Qualité de l'air	• Augmentation de la pollution atmosphérique : niveaux élevés d'ozone troposphérique et des poussières en suspension, dont la fumée et les particules émises par les feux de forêt • Augmentation de la production de pollens et de spores par les plantes	• Irritation des yeux, du nez et de la gorge, et essoufflements • Exacerbation des symptômes de l'asthme • Maladie pulmonaire obstructive chronique et autres maladies respiratoires • Exacerbation des allergies • Crises cardiaques, accidents vasculaires cérébraux et autres maladies cardiovasculaires • Risque elevé de certains types de cancers • Décès prématurés

suite à la page suivante

suite de la page précédente

Risques pour la santé	Effets possible des changements climatiques	Effets potentiels ou projetés sur la santé
Contamination des aliments et de l'eau	• Contamination de l'eau potable et de l'eau utilisée à des fins récréatives par le ruissellement consécutif à de fortes pluies • Changements des milieux marins entraînant des proliférations d'algues et une augmentation des niveaux de toxines dans les poissons et fruits de mer • Changements de comportements liés aux températures plus chaudes (p. ex., prolongation de la saison estivale et des activités de barbecue et de baignade)	• Éclosions de souches de microorganismes telles que *E. coli, Crytosporidium, Giardia, S. typhi* (la typhoïde), les amibes et autres agents d'infections d'origine hydrique • Maladies liées à la nourriture • Autres maladies diarrhéiques et intestinales
Transmission de maladies infectieuses par des insectes, tiques et animaux	• Changements de la biologie et de l'écologie de divers insectes, tiques et animaux qui transmettent les maladies (y compris la répartition géographique) • La maturation plus rapide des agents pathogènes dans les insectes et tiques vecteurs de maladies • Allongement de la saison de transmission des maladies	• Augmentation de l'incidence de maladies infectieuses à transmission vectorielle indigènes au Canada (p. ex., encéphalites équines de l'est et de l'ouest, fièvre pourprée des montagnes Rocheuses) • Introduction de maladies infectieuses nouvelles au Canada • Émergence possible des maladies nouvelles et d'autres éradiquées dans le passé au Canada
Appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique	• Appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique par certains gaz qui sont par ailleurs responsables des changements climatiques (p. ex., chloruro-fluorurocarbones) • Changements dans la chimie de l'atmosphère de l'ozone stratosphérique liées au réchauffement dans les régions polaires • Accroissement de l'exposition aux rayons UV à cause des changements de comportements liés à un climat plus chaud	• Augmentation du nombre de coups de soleil, de cancers de la peau, de cataractes et de dommages aux yeux • Troubles divers du système immunitaire

Source : Adapté de Santé Canada, 2005a.

1.3.2 Les populations à risque

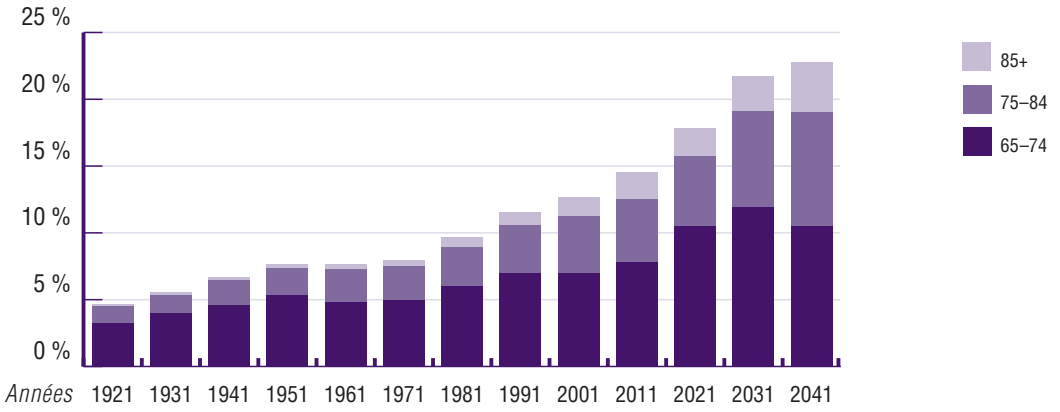
Les vulnérabilités sont généralement inégales au sein d'une population. Certains individus ou groupes peuvent être plus sensibles ou plus exposés à un danger climatique, et d'autres peuvent avoir une plus grande capacité d'accommodation. Les principaux aspects de la recherche sur le climat et la santé comprennent l'établissement des différentes sensibilités au sein d'une population (par groupe d'âge, communauté culturelle, type d'emploi, endroit) et les degrés de variation de l'exposition aux risques. Le rôle important que jouent les stratégies d'accommodation dans la réduction de la vulnérabilité des individus et des populations à divers dangers est également bien documenté (GIEC, 2007a; McMichael et coll., 2003; Menne et Ebi, 2006).

Dans l'ensemble, les Canadiens jouissent d'une très bonne santé. Selon Statistique Canada (2006), les Canadiens avaient une espérance de vie de 80,2 ans en 2004, contre 74,9 ans en 1979. À l'échelle mondiale, le Canada présente l'un des plus bas taux de faible poids à la naissance, soit 5,3 pour 1 000 naissances vivantes. Plus de la moitié (58,4 %) des Canadiens ont déclaré avoir une santé de très bonne à excellente. Les Canadiens ont accès à des services de santé de niveau relativement élevé; en 2001, 87,7 % des Canadiens avaient un médecin de famille et 84,4 % des Canadiens étaient d'avis que les services de santé qu'ils recevaient étaient de qualité excellente ou très bonne (Santé Canada, 2002).

Le niveau élevé de santé de la population au Canada constitue une assise solide qui favorise la résistance à divers stress induits par les changements climatiques sur la santé et le bien-être des individus. Les populations en santé sont plus résistantes aux infections et aux maladies, elles se remettent mieux de blessures et sont peu susceptibles de souffrir de maladies dans des conditions difficiles. Cependant, de façon générale, la population du Canada présente des disparités notables. Par exemple, la santé des populations autochtones est moins bonne, leur espérance de vie est plus faible, le taux de certaines maladies chroniques est plus élevé et les disparités socio-économiques sont plus importantes (p. ex., taux de chômage, scolarité, revenu moyen) (Santé Canada, 2005b). Les enfants et les nourrissons sont les plus vulnérables aux maladies d'origine hydrique et alimentaire, du fait que leur système immunitaire n'est pas encore arrivé à maturité et qu'ils sont incapables de se protéger contre les risques (Pond, 2002). Les collectivités éloignées et celles qui tirent leurs revenus des ressources naturelles disposent de moins de ressources pour faire face aux changements climatiques et leur accès à tout un éventail de services demeure limité (Lemmen et coll., 2008). La compréhension des disparités au sein de la population canadienne est un aspect essentiel de l'étude des sensibilités des personnes aux changements climatiques et des solutions proposées en vue de protéger les personnes les plus vulnérables.

Les recensements nationaux successifs indiquent que la population canadienne se transforme. Dans les années à venir, on s'attend à une hausse marquée de la proportion de personnes âgées au Canada[2] (figure 1.6), une augmentation continue de l'espérance de vie, un accroissement du nombre d'immigrants, une tendance grandissante des cas d'obésité et de mauvaise forme physique, et une plus grande proportion de personnes vivant dans les centres urbains. Il est nécessaire d'examiner tous ces changements dans le contexte des effets des changements climatiques sur la santé et la société.

Figure 1.6 Nombre de personnes âgées par sous-groupe d'âge, exprimé sous forme de % de la population totale, au Canada, de 1921 à 2041



Source : Gouvernement du Canada, 2002.

2 Aux fins de cette évaluation, le terme *personnes âgées* désigne les gens de plus de 65 ans.

Tous les Canadiens individuellement peuvent être exposés aux stress climatiques, mais ce qui fait une différence sur le plan de la vulnérabilité, c'est l'endroit où ils habitent, l'emploi qu'ils occupent, leur état de santé et les ressources dont ils disposent. Plusieurs travaux bien documentés sur la vulnérabilité sont pertinents à l'étude des impacts des changements climatiques sur la santé. Les nourrissons et les enfants sont particulièrement vulnérables à la détérioration de l'environnement, parce qu'ils sont incapables de se protéger contre les effets qui en découlent, parce qu'ils boivent plus d'eau, respirent plus d'air et consomment plus de nourriture que les adultes, qu'ils grandissent et se développement rapidement, que leur physiologie et métabolisme ne sont pas arrivés à maturité et qu'ils sont plus susceptibles d'être soumis à une exposition cumulative tout au long de leur vie (Wigle, 2003). Selon une étude canadienne récente, les femmes enceintes et les fœtus en développement peuvent être exposés à certains risques pendant des phénomènes météorologiques extrêmes (Laplante et coll., 2004). En particulier, la santé des femmes peut être plus vulnérable aux répercussions psychosociales des phénomènes météorologiques extrêmes, parce qu'elles auront la charge de ramener la situation à la normale après l'événement, et devront continuer de répondre aux multiples demandes à l'intérieur et à l'extérieur de leur foyer (Elliot, 2001; Enarson, 2001). Un corpus établi de recherches canadiennes et internationales indique clairement que l'âge est un facteur de risque dans les cas de mortalité liés à des conditions de chaleur et de froid extrêmes (Koppe et coll., 2004; Menne et Ebi, 2006). Les personnes âgées sont plus vulnérables à la chaleur en raison des changements liés à l'âge de leur système de régulation ou des médicaments qu'ils prennent qui peuvent interférer avec l'homéostasie normale (Koppe et coll., 2004).

Augmentation de la proportion de personnes âgées au sein de la population

La proportion de personnes âgées au sein de la population canadienne est passée de 10 à 13 % entre 1981 et 2005, et on prévoit qu'elle doublera presque au cours des 25 prochaines années. Selon les scénarios de croissance moyenne, la moitié de la population canadienne sera âgée de plus de 47 ans d'ici 2056. La proportion de personnes âgées (de plus de 80 ans) devrait aussi augmenter considérablement, de telle sorte que d'ici 2056, un Canadien sur dix devrait être âgé de plus de 80 ans, comparativement à un sur 30 en 2005 (Statistique Canada, 2005).

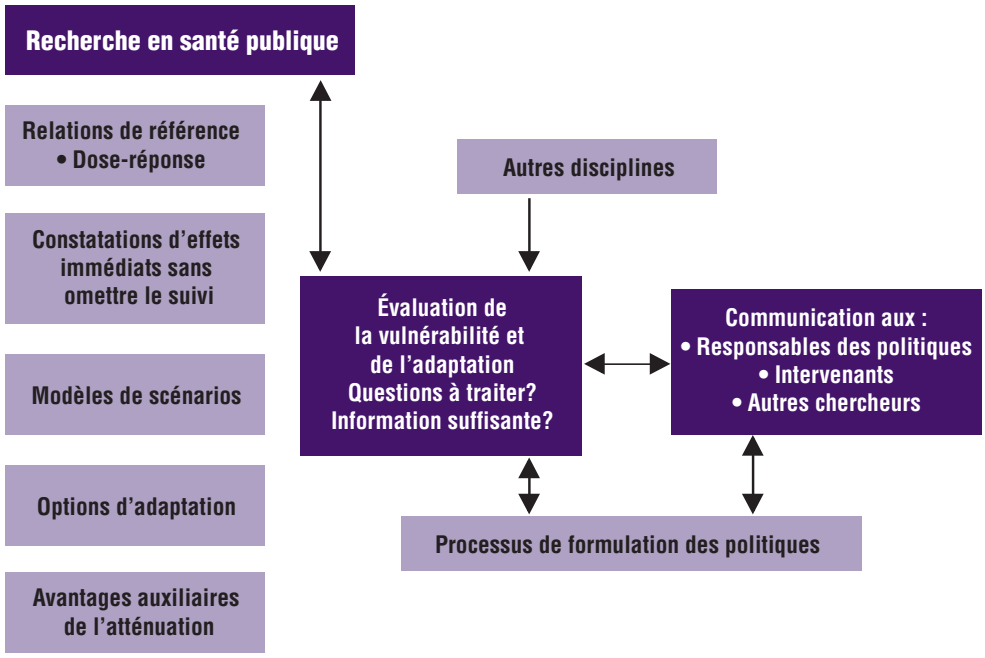
Des facteurs sociaux peuvent aussi accentuer les vulnérabilités. Un certain nombre d'études montrent que les hommes âgés souffrent davantage de l'isolement, et peuvent ainsi être plus vulnérables aux extrêmes climatiques parce qu'ils sont incapables de demander l'aide d'un membre de leur famille ou de s'adresser à des organisations communautaires de bénévoles (Klinenberg, 2002; Soskolne et coll., 2004). Les personnes qui souffrent de problèmes de santé, qui ont des conditions de vie précaires et des ressources financières limitées auront généralement plus de difficultés à faire face aux stress environnementaux. Le réchauffement des températures, les phénomènes météorologiques extrêmes et la mauvaise qualité de l'air peuvent avoir des répercussions sur certains emplois. En effet, les personnes qui vivent de l'agriculture ou dont les revenus sont liés à des emplois dépendant des ressources naturelles seront également touchées de façons singulières (Riedel, 2004; Berner et coll., 2005). La large gamme de sensibilités et de vulnérabilités physiologiques possibles met en évidence l'importance des études particulières à certaines populations.

1.3.3 Étude des changements climatiques et de la santé : approches et défis

Les chercheurs dans les domaines des changements climatiques et de la santé ont mis en application des méthodes connues et ont élaboré de nouvelles approches qui prennent en compte la complexité des relations entre les variables du climat et les déterminants de la santé, les défis relatifs à l'échelle des études, les incertitudes inhérentes dans tous les systèmes à l'étude et les nombreuses stratégies d'accommodation pouvant être utilisées par les personnes à risque. L'Organisation mondiale de la Santé a énoncé cinq tâches principales pour les chercheurs des

domaines de la santé et des changements climatiques : (1) établir des relations de référence entre les conditions météorologiques et la santé; (2) relever des indications des effets précoces des changements climatiques; (3) développer des modèles de prévision basés sur des scénarios; (4) évaluer les options d'adaptation, et (5) estimer les avantages concomitants et les coûts des mesures d'atténuation et d'adaptation (McMichael et coll., 2003) (figure 1.7). L'analyse dans cette Évaluation a été structurée selon ces tâches, à partir des données et des recherches disponibles.

Figure 1.7 Tâches des sciences de la santé publique



Source : McMichael et coll., 2003.

Les études épidémiologiques ont permis d'établir des relations de référence entre les conditions météorologiques et la santé. Toutefois, le recours à des méthodes standard a donné des résultats limités dans la recherche d'indications d'effets précoces des changements climatiques; il faut donc examiner les effets à grande échelle et les voies de causalité indirectes sur de longues échelles de temps et un vaste territoire géographique. Toutefois, certains effets ou voies de causalité prennent une plus grande ampleur au sein de petites populations, comme celle des régions nordiques du Canada. Les chercheurs doivent régulièrement faire face à des défis considérables liés à l'exhaustivité, à la comparabilité et aux restrictions d'emploi des données à leur disposition. Il n'est pas toujours possible de jumeler les données climatologiques ou météorologiques avec les données sur la santé et la qualité de l'environnement pendant une période ou à une échelle géographique données.

Le recours à des modèles de prévision fondés sur des scénarios pour estimer les résultats sur le plan de la santé d'un futur régime climatique est une pratique qui en est encore à un stade préliminaire, mais qui se perfectionne de plus en plus. Les chercheurs en santé disposent d'un choix de plusieurs modèles de prévision faisant intervenir des scénarios du climat futur, fondés sur divers taux d'émission de gaz à effet de serre (GES). Leur tâche consiste à établir des liens entre ces modèles et les modèles des effets sur la santé, dans

les cas où ces effets peuvent être facilement estimés. Or, il n'est pas facile de quantifier ou de modéliser tous les résultats sur le plan de la santé (p. ex., les effets des changements climatiques sur la nutrition dans le Nord du Canada ou les effets des phénomènes météorologiques extrêmes sur les maladies ou la mortalité périnatales). Sans indication des répercussions précises sur le plan de la santé à l'échelle de la population, il est difficile d'intégrer certains impacts du climat sur la santé dans les modèles globaux qui projettent les risques liés à des effets multiples des changements climatiques sur la santé (McMichael et coll., 2003). C'est pour cette raison que les évaluations fournissent une occasion de rassembler les connaissances dérivées de différentes méthodes afin de mieux comprendre la multitude d'effets et de possibilités sur le plan de l'adaptation.

Quoi qu'il en soit, il est difficile d'évaluer les impacts des changements climatiques sur la santé parce que de nombreux déterminants (p. ex., les facteurs comportementaux, les facteurs socio-économiques, l'infrastructure de la santé publique) influent très nettement sur les résultats. Néanmoins, la compréhension des voies de causalité ainsi que de la sensibilité de différentes populations à divers risques liés au climat a progressé de façon significative depuis une dizaine d'années au Canada et dans le monde entier. La compréhension de la relation entre le climat et la santé n'est que le premier pas vers l'établissement des risques potentiels et des vulnérabilités de la population aux changements climatiques. Pour élaborer des stratégies d'adaptation et réduire les futurs risques sur le plan de la santé, il est nécessaire de déterminer s'il y aura une plus forte proportion de la population qui sera exposée aux changements climatiques, si les stratégies d'accommodation sont adéquates et si une telle augmentation de la population exposée entraînera une incidence accrue de morbidité ou de mortalité. Un défi encore plus grand attend les décideurs et les chercheurs du domaine de la santé : celui d'examiner les effets d'une séquence ou d'un cumul d'événements ou de conditions sur la santé de la population. En somme, il est nécessaire de recueillir des données sur les effets sur la santé et les vulnérabilités des populations pour établir la rentabilité et les chances de réussite des options d'adaptation; toutefois, l'évaluation des coûts et des avantages sur le plan de la santé peut également se révéler une donnée utile et parfois essentielle dans l'établissement des coûts et des avantages des initiatives de réduction des émissions des GES. Des évaluations exhaustives comme la présente parviennent à montrer l'étendue des avantages secondaires pour la santé découlant de mesures qui visent les changements climatiques.

À l'heure actuelle, étant donné les incertitudes inhérentes aux projections du climat, les facteurs de confusion en jeu et la connaissance limitée des effets environnementaux sur la santé, un grand nombre de chercheurs et de décideurs ont opté pour une méthode d'étude d'éléments faciles à gérer, en mettant l'accent sur les priorités et les intérêts régionaux. La mise en commun des constatations et des résultats contribue à enrichir continuellement la connaissance de la relation entre le climat et la santé et à mieux cerner les secteurs et les conditions qui accentuent les vulnérabilités chez certaines personnes au sein la population canadienne.

1.4 ADAPTATION ET CAPACITÉ D'ADAPTATION

1.4.1 Comprendre ce qu'est la capacité d'adaptation

À mesure que notre connaissance des interactions entre le climat et les risques pour la santé et l'identification des populations vulnérables (sensibilité) s'approfondit, nous nous devons de mieux comprendre les mécanismes et les stratégies qui protègent la santé ou font obstacle à l'adaptation. La perception des risques et les moyens dont les gens disposent pour bien réagir à ces risques sont des aspects importants de la capacité d'adaptation des individus et des institutions. L'adaptation aux changements climatiques consiste principalement à prendre une mesure immédiate en prévision d'un ou de plusieurs événements dont la survenue, la portée ou d'autres paramètres essentiels sont incertains. L'étude de la capacité d'adaptation et de l'adaptation est moins structurée que celle d'autres aspects des changements climatiques et les processus d'enquête s'appuient sur les disciplines des sciences sociales et des sciences humaines.

Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation est un attribut d'un système qui donne une indication de son aptitude à gérer les changements climatiques (y compris la variabilité et les extrêmes du climat) afin d'atténuer les dommages possibles, de tirer profit des possibilités ou d'affronter les conséquences (GIEC, 2007a).

Un grand nombre de facteurs sociétaux interreliés, notamment les ressources économiques, la technologie, l'information et les habiletés, l'infrastructure, les institutions, les iniquités actuelles sur le plan de la santé et le fardeau des maladies préexistantes, influent sur la capacité d'adaptation (Grambsch et Menne, 2003). Les pays qui ont un produit intérieur brut ou un capital financier élevé bénéficient généralement d'une plus grande capacité d'adaptation, supportée par des investissements substantiels par habitant dans les soins de santé, l'accès à des technologies comme les vaccins ou des installations de traitement des eaux, un appui du capital humain ou des connaissances de valeur (p. ex., les chercheurs en santé), des infrastructures de santé publique solides et d'institutions sociales bien établies, un accès équitable à des soins de santé et à des services d'aide sociale et une population en santé (Yohe et Tol, 2002; Adger, 2003).

Il est facile de tenir pour acquises les mesures visant à protéger la santé des Canadiens contre les effets des extrêmes climatiques et d'autres dangers environnementaux. Ces mesures de protection comprennent la salubrité (le traitement) de l'eau; une réglementation assurant la qualité de l'air et la salubrité des aliments; des revenus adéquats; des conditions de logement et des vêtements appropriés aux conditions environnementales, telles que la température et les organismes nuisibles; une infrastructure municipale de qualité, par exemple des réseaux d'égout pluvial, d'évacuation des eaux usées et d'installations sanitaires; de même que des infrastructures et des services de santé, y compris des programmes de surveillance des maladies, de santé publique et de vaccination. Lorsqu'un de ces services de santé publique ne peut plus répondre aux normes établies, ou est compromis, comme cela peut être le cas dans des conditions climatiques changeantes, la santé est alors menacée. Il est donc important de comprendre quelle sera la prestation de ces services dans des conditions différentes et de déterminer quels ajustements sont nécessaires pour assurer une bonne santé dans un climat en évolution.

1.4.2 Cap sur l'adaptation

Des événements survenus récemment au Canada et à l'étranger ont montré comment des pays développés pouvaient être dépassés par des phénomènes climatiques. Annuellement, le Canada est touché par des incendies de forêt et des feux de brousse, des inondations, des tempêtes et des sécheresses qui entraînent des pertes de l'ordre de centaines de millions de dollars (SPPCC, 2005). Dans les années 1990, deux catastrophes ont causé des pertes s'élevant à plusieurs milliards de dollars : la tempête de verglas de 1998 (5,4 milliards de dollars) et l'inondation du Saguenay en 1996 (1,7 milliard de dollars) (SPPCC, 2005). Toutefois, les répercussions de ces événements sur la santé et le bien-être des populations touchées dépassent largement les coûts monétaires signalés. De récentes études des vulnérabilités sur le plan de la santé de la population canadienne

ont fourni des données sur la façon dont ces phénomènes peuvent affecter la santé à court et à long terme. Malgré le fait que nos connaissances actuelles ne sont pas exhaustives, on prévoit que des stratégies d'adaptation pour protéger la santé publique des répercussions des changements climatiques s'avèreront nécessaires. Il est essentiel que les individus et les institutions soient bien informés pour prendre des décisions durables et éclairées à long terme visant à protéger les populations les plus vulnérables contre les risques associés aux changements climatiques.

Par ailleurs, il est aussi important de réduire les émissions de GES pour limiter la vitesse et l'ampleur des changements climatiques dans l'avenir. Toutefois, même si les efforts mondiaux visant à réduire les émissions de GES sont couronnés de succès dans l'avenir, on prévoit que les changements climatiques et certaines des répercussions connexes resteront inévitables (GIEC, 2007c). En conséquence, il est impératif d'évaluer les vulnérabilités présentes et futures sur le plan de la santé issues des différents scénarios du climat, et d'établir des mesures d'intervention et d'adaptation efficaces. Le processus d'évaluation est une façon de déterminer dans quel domaine les actions sont nécessaires et comment intégrer nos connaissances de l'avenir dans les plans et les activités en cours.

Pour les pays industrialisés qui sont dotés de solides infrastructures publiques et privées, de programmes institutionnels et de filets de sécurité, et dont la population jouit d'un niveau de scolarité et de santé élevés, la tâche consiste principalement à améliorer les processus et les programmes actuels à la lumière des nouvelles données sur le climat et la santé. Il faut également prendre en ligne de compte les effets conjugués des changements climatiques et comment les répercussions s'ajoutent aux autres changements environnementaux, sociaux et économiques pour créer des stress impossibles à gérer pour ces systèmes. L'étude de l'adaptation doit également approfondir la compréhension de l'efficacité des systèmes déjà en place qui contribuent à gérer les risques sur le plan de la santé (p. ex., les alertes de smog, les alertes de chaleur accablante et de froid, les avertissements de temps violent, les avis d'ébullition, la surveillance des maladies et de la santé, les services de protection civile et d'intervention, les services de santé). Il faut en outre déterminer la sensibilité au climat, la capacité maximale de gestion et la résilience des systèmes afin de déterminer si des ajustements sont nécessaires pour favoriser leur efficacité dans le temps. Des ajustements assurent une efficacité continue. De plus, la sensibilisation de la population aux risques s'avère importante afin de motiver les individus à adopter des comportements appropriés.

L'expérience a montré que les catastrophes peuvent avoir un effet catalyseur en donnant lieu à des mesures qui renforcent la capacité des individus et des institutions à agir dans des situations similaires qui pourraient survenir dans l'avenir. Dans la province de Québec, par exemple, la tempête de verglas de 1998 qui s'est abattue sur l'est du Canada a joué un rôle crucial en donnant un élan au renforcement de la capacité de faire face à des phénomènes météorologiques extrêmes. Cet événement a également contribué à rendre la société plus consciente de ses vulnérabilités à la variabilité du climat actuel et aux futurs changements climatiques grâce aux investissements dans la recherche ciblée, à l'élaboration de politiques et aux activités de sensibilisation. Les décideurs de nombreux secteurs, tels que la foresterie, l'agriculture, la santé et l'industrie, sont désormais capables d'intégrer les nouvelles données dans les régimes de gestion des risques et les activités de planification (Desjarlais et coll., 2004).

Enfin, il est important de reconnaître que les régions du monde déjà confrontées à des difficultés importantes sur le plan du développement durable sont les plus durement touchées par les changements climatiques. Le Canada entend mettre ses connaissances, son savoir-faire et ses ressources au service des autres pays pour les aider à réduire leurs vulnérabilités et à bâtir des sociétés fortes et saines. L'adaptation peut être une réussite si elle repose sur des connaissances fiables des vulnérabilités aux changements climatiques et des évaluations judicieuses de leurs implications pour les systèmes actuels de gestion des risques. On s'attend à ce que la communication des résultats de la présente Évaluation et le fruit des discussions entre les décideurs et les intervenants à ce sujet permettent de faire avancer les processus d'adaptation au pays et ailleurs dans le monde.

1.5 RÉFÉRENCES

Adger, W.N. Social aspects of adaptive capacity [Aspects sociaux de la capacité d'adaptation], dans J.B. Smith, R.J.T. Klein, et S. Huq (dir.), *Climate change, adaptive capacity and development,* London, Imperial College Press, p. 29-49, 2003.

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Santé de la population. Qu'est-ce qui détermine la santé?,* 2003. Consulté le 15 juin 2006, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/ph-sp/ddsp/determinants/index.html

Andrey, J., B. Mills, D. Unrau, M. Christie et S. Michaels. *Toward a national assessment of the travel risks associated with inclement weather* [Vers une évaluation nationale des risques liés aux déplacements par temps inclément], London, Ontario, Institute for Catastrophic Loss Reduction (ICLR) Paper Series, 2005. Consulté le 15 août 2005, à l'adresse http://www.iclr.org/research/publications_climate.htm

Atlas du Canada. *Scénario de précipitations nationales annuelles : 2050,* 2003a. Consulté le 10 mars 2007, à l'adresse http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/climatechange

Atlas du Canada. 2003b. *Scénario de température nationale annuelle : 2050,* 2003b. Consulté le 10 mars 2007, à l'adresse http://atlas.nrcan.gc.ca

Berner, J., C. Furgal, P. Bjerregaard, M. Bradley, T. Curtis et coll. Human health [Santé humaine], dans *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique (EICCA)], p. 807-846, 2005. Consulté le 30 juin 2007, à l'adresse http://www.acia.uaf.edu/PDFs/Ch15_Pre-Release.pdf

Bowie, W.R., A.S. King, D.H. Werker, J.L. Isaac-Renton, A. Bell et coll. Outbreak of toxoplasmosis associated with municipal drinking water [Éclosion de toxoplasmose associée à l'eau de robinet municipale], *The Lancet,* vol. 350, nº 9072, p. 173-177, 1997.

Charron, D.F., M.K. Thomas, D.W. Waltner-Toews, J.J. Aramini, T. Edge et coll. Vulnerability of waterborne diseases to climate change in Canada: A review [Vulnérabilité des maladies d'origine hydrique au changement climatique au Canada : une revue], *Journal of Toxicology and Environmental Health,* vol. 67, nº A, p. 1667-1677, 2004.

Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue et coll. Human health [Santé humaine], dans M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, et C.E. Hanson (dir.), *Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report,* p. 391-431, Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

Conseil canadien des administrateurs en transport motorisé (CCATM). *Vision sécurité routière 2001 : mise au point 2000,* Transports Canada, Ottawa, 2001. Consulté le 15 juin 2006, à l'adresse http://www.tc.gc.ca/securiteroutiere/vision/2000/pdf/VSR.pdf

Curriero, F.C., J.A. Patz, J.B. Rose et S. Lele. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948 – 1994 [Lien entre les précipitations extrêmes et l'éclosion de maladies d'origine hydrique aux États-Unis, 1948 – 1994], *American Journal of Public Health,* vol. 91, p.1194-1199, 2001.

DesJarlais, C., A. Bourque, R. Décoste, C. Demers, P. Deschamps et coll. (dir.). *S'adapter aux changements climatiques,* Montréal, Consortium Ouranos, 2004.

Elliot, M. Gender differences in causes of depression [Les causes de la dépression révèlent des différences entre les sexes], *Women and Health,* vol. 33, nº 3-4, p. 163-177, 2001.

Enarson, E. What women do: Gendered labor in the Red River Valley flood [Ce que font les femmes : répartition du travail selon les sexes lors de l'inondation survenue dans la vallée de la rivière Rouge], *Environmental Hazards,* vol. 3, nº 1, p. 1-18, 2001.

Environnement Canada. *Changements climatiques : aperçu. Qu'est-ce que le changement climatique?,* 2001. Consulté le 8 août 2005, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/climate/overview_factors-f.html

Environnement Canada. *Changements climatiques : aperçu. La science des changements climatiques,* 2005. Consulté le 8 août 2005, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/climate/overview_science-f.html

Frankish, C.J., L.W. Green, P.A. Ratner, T. Chomik et C. Larsen. *Health impact assessment as a tool for health promotion and public policy* [L'évaluation des impacts sur la santé : un outil de promotion de la santé et d'élaboration de politiques], Rapport présenté à la Division du développement de la promotion de la santé de Santé Canada, Ottawa, 1996.

Garneau, M., F. Guay et M.-C. Breton. *Modélisation des concentrations polliniques à partir de scénarios climatiques (Partie I),* Montréal, Consortium Ouranos, Université du Québec à Montréal, département de géographie et Centre de modélisation régionale du climat, 2005.

Gouvernement du Canada. *Vieillir au Canada,* rapport préparé par Santé Canada de concert avec le Comité interministériel sur les questions relatives au vieillissement et aux ainés, Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 2002.

Gouvernement du Canada. *Quatrième rapport national du Canada sur les changements climatiques : mesures prises en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques,* Ottawa, éd. par l'auteur, 2006.

Grambsch, A. et B. Menne. Adaptation and adaptive capacity in the public health context [Adaptation et capacité d'adaptation dans le contexte de la santé publique], dans A.J. McMichael, D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.), *Climate change and human health: Risks and responses,* Genève, Organisation mondiale de la Santé, p. 1-17, 2003.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report* [Bilan 2007 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au quatrième rapport sur le changement climatique du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, et C.E. Hanson (dir.), Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2007a.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Summary for policymakers [Résumé à l'intention des décideurs], dans M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden et C.E. Hanson (dir.), *Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report,* Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 7-22, 2007b.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Summary for policymakers [Résumé à l'intention des décideurs], dans S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, et coll. (dir.), *Climate change 2007: The physical science basis. Working Group I contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report,* Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 1-18, 2007c.

Kirch, W., B. Menne et R. Bertollini (dir.). *Extreme weather events and public health responses* [Phénomènes météorologiques extrêmes et réactions dans le domaine de la santé publique], Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2005.

Klinenberg, E. *Heat wave: A social autopsy of disaster in Chicago* [Vague de chaleur : autopsie sociale d'une catastrophe à Chicago], Chicago, The University of Chicago Press, 2002.

Koppe, C., S. Kovats, G. Jendritzky et B. Menne (dir.). *Heat-waves: Risks and responses.* [Vagues de chaleur : risques et réactions], Health and Global Environmental Change (Série, n° 2), Genève, Service météorologique allemand (DWD), London School of Hygiene and Tropical Medicine et OMS/Europe, 2004.

Koshida, G. et W. Avis. Executive Summary [Sommaire exécutif], dans G. Koshida et W. Avis (dir.), *Canada Country Study, Volume VII. Global Climate Change: National Sectoral Issue,* Ottawa, Environment Canada, 1998.

Kovats, S., K.L. Ebi et B. Menne. *Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change* [Les méthodes d'évaluation de la vulnérabilité de la santé humaine et de l'adaptation de la santé publique aux changements climatiques], l'Organisation mondiale de la santé, Santé Canada, l'Organisation météorologique mondiale, et la Programme des Nations Unies pour l'environnement, 2003. Consulté le 15 mai 2007, à l'adresse http://www.euro.who.int/InformationSources/Publications/Catalogue/20041118_9

Kovats, R.S., S.J. Edwards, D. Charron, J. Cowden, R.M. D'Souza et coll. Climate variability and *campylobacter* infection: An international study [Étude internationale de la variabilité du climat et de l'infection à *Campylobacter*], *International Journal of Biometeorology,* vol. 49, nº 4, p. 207-214, 2004a.

Kovats, R.S., S.J. Edwards, S. Hajat, B.G. Armstrong, K.L. Ebi et coll. The effect of temperature on food poisoning: A time-series analysis of salmonellosis in ten European countries [Incidence de la température sur les intoxications alimentaires : analyse chronologique de la salmonelle dans dix pays européens], *Epidemiology and Infection,* vol. 132, nº 3, p. 443-453, 2004b.

Laplante, D.P., R.G. Barr, A. Brunet, G. Galbaud du Fort, M.J. Meaney et coll. Stress during pregnancy affects general intellectual and language functioning in human toddlers [Effet du stress pendant la grossesse sur les fonctions générales de l'intelligence et du langage chez les enfants en bas âge], *Pediatric Research,* vol. 56, p. 400-410, 2004.

Lemmen, D.S., F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (dir.). *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007,* Ottawa, Gouvernement du Canada, 2007.

McMichael, A.J., D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.). *Climate change and human health: Risks and responses* [Changement climatique et santé humaine : risques et mesures à prendre (résumé en français)], Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2003.

Menne, E., et K. Ebi (dir.). *Climate change and adaptation strategies for human health* [Changement climatique et stratégies d'adaptation sur le plan de la santé humaine], Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2006.

Organisation mondiale de la santé (OMS). *Constitution de l'Organisation mondiale de la santé,* 2006. Consulté le 25 février 2008, à l'adresse http://www.who.int/governance/eb/constitution/fr/index.html

Pengelly, D., D. Cheng et M. Campbell. *Differential and combined impacts of winter and summer weather and air pollution due to global warming on human mortality in south-central Canada* [Impacts différentiels et combinés sur la mortalité humaine dans le Centre-Sud du Canada, des conditions météorologiques et de la pollution atmosphérique hivernales et estivales attribuables au réchauffement de la planète], Toronto, Toronto Public Health, 2005.

Pond, K. (2002). Waterborne gastrointestinal diseases [Maladies gastrointestinales d'origine hydrique], dans G. Tamburlini, O.v. Ehrenstein et R. Bertollini (dir.), *Children's health and environment: A review of evidence* [Santé des enfants et environnement : revue des données probantes], Environmental Issues Report No. 29, Copenhagen, Agence européenne pour l'environnement (AEE) et Organisation mondiale de la santé, Centre européen de l'environnement et de la santé, p. 113-120, 2002.

Rainham, D.G. et K. Smoyer-Tomic. *Human health impacts from urban heat* [Impacts sur la santé humaine des îlots de chaleur urbains], Toronto, Clean Air Partnership, 2002.

Riedel, D. La santé et le bien-être humain, dans D.S. Lemmen et F.J. Warren (dir.), *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques, perspective canadienne,* Ottawa, Ressources naturelles Canada, p. 166-185, 2004.

Rose, J.B., S. Daeschner, D.R. Easterling, F.C. Curriero, S. Lele et coll. Climate and waterborne disease outbreaks [Éclosion de maladies liées au climat et d'origine hydrique], *Journal of the American Water Works Association,* vol. 92, nº 9, p. 77-87, 2000.

Santé Canada. *Les Canadiens en santé—Rapport fédéral sur les indicateurs comparables de la santé 2002,* 2002. Consulté le 10 juin 2006, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/hcs-sss/pubs/system-regime/2002-fed-comp-indicat/index_f.html

Santé Canada. *La santé et les changements climatiques : recueil d'information pour les professionnels de la santé,* Ottawa, Bureau des changements climatiques et de la santé, 2005a.

Santé Canada. *Profil statistique de la santé des Premières nations au Canada,* 2005b Consulté le 10 janvier 2008, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/fnih-spni/pubs/gen/stats_profil_e.html

Schuster, C.J., A.G. Ellis, W.J. Robertson, D.F. Charron, J.J. Aramini et coll. Infectious disease outbreaks related to drinking water in Canada, 1974 – 2001 [Éclosion de maladies infectieuses liées à l'eau de robinet au Canada, 1974 – 2001], *Revue canadienne de santé publique,* vol. 96, nº 4, p. 254-258, 2005.

Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC). *Base de données canadienne sur les désastres,* Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile, 2005. Consulté le 5 août 2005, à l'adresse http://www.securitepublique.gc.ca/res/em/cdd/index-fr.asp

Soskolne, C.L., K.E. Smoyer-Tomic, D.W. Spady, K. McDonald, J.P. Roth et coll. *Climate change, extreme weather events and health effects in Alberta* [Changements climatiques, phénomènes météorologiques extrêmes et effets sur la santé en Alberta, résumé en français], Ottawa, Santé Canada, 2004.

Statistique Canada. Projections démographiques, 2005 à 2031, *Le Quotidien,* nº 11-001-X1F au catalogue, Ottawa, Statistique Canada, le 15 décembre 2005.

Statistique Canada. Décès, *Le Quotidien,* nº 84-F0211-XWF, le 20 décembre 2006.

Stern, N. *The economics of climate change: The Stern Review* [Les données économiques du changement climatique : l'étude Stern], New York, Cambridge University Press, 2006.

Thomas, M.K., D.F. Charron, D. Waltner-Toews, C.J. Schuster, A.R. Maarouf et coll. A role of high impact weather events in waterborne disease outbreaks in Canada, 1975 – 2001 [Rôle des phénomènes météorologiques à fortes répercussions dans les éclosions de maladies d'origine hydrique au Canada, 1975 – 2001], *International Journal of Environmental Health Research,* vol. 16, nº 3, p. 167-180, 2006.

Wigle, D.T. *Child health and the environment* [Santé des enfants et environnement], New York, Oxford University Press, 2003.

Yohe, G. et R.S.J. Tol. Indicators for social and economic coping capacity – Moving toward a working definition of adaptive capacity [Utilisation d'indicateurs de la capacité d'adaptation sur le plan social et économique pour établir une définition ad hoc de la capacité d'adaptation], *Global Environmental Change,* vol. 12, p. 25-40, 2002.

Zhang, X., L.A. Vincent, W.D. Hogg et A. Niitsoo. Temperature and precipitation trends in Canada during the 20th century [Tendances des températures et des précipitations au Canada au cours du 20e siècle], *Atmosphere-Ocean,* vol. 38, nº 3, p. 395-429, 2000.

Chapitre 2

Méthodes d’évaluation

Peter Berry
Kaila-Lea Clarke
Colin L. Soskolne

Chapitre 2

TABLE DES MATIÈRES

2.1 Introduction 30

2.1.1 Considérations relatives à l'approche d'évaluation 31

2.2 Options pour l'évaluation de la vulnérabilité 32

2.2.1 Méthodes d'évaluation de la vulnérabilité de la santé et de l'adaptation de la santé publique face aux changements climatiques 33

2.3 Approche et méthodes utilisées pour l'étude *Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada* 34

2.3.1 Approche retenue pour l'Évaluation 34

2.3.2 Méthodes d'évaluation 36

2.4 Incertitude 40

2.5 Leçons à tirer pour les évaluations futures 41

2.6 Références 43

Chapitre 2

2.1 INTRODUCTION

Évaluer les risques pour la santé liés aux changements et à la variabilité du climat exige de comprendre à la fois le niveau de vulnérabilité d'une population et sa capacité de réagir aux nouvelles conditions. Plusieurs pays ont évalué les risques pour la santé liés au climat (p. ex., États-Unis, Inde, Portugal, Royaume-Uni et Australie)[1] dans le cadre de leur communication nationale à la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques. Cependant, peu de ces évaluations indiquent précisément les formes de vulnérabilité existantes et les possibilités d'adaptation (Kovats et coll., 2003a). Les approches systématiques visant à déterminer les risques pour la santé, à identifier les populations vulnérables et à établir les mesures d'adaptation possibles qui ont été conçues ont encore besoin de perfectionnement.

Le concept de vulnérabilité est très vaste; le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) définit la vulnérabilité comme étant la mesure dans laquelle les individus et les systèmes seront affectés ou ne pourront faire face aux effets néfastes des changements climatiques, y compris les conditions météorologiques variables et extrêmes (GIEC, 2007, p. 21). La vulnérabilité aux effets sur la santé est fonction de la sensibilité et de l'exposition des populations aux risques liés aux conditions climatiques, et de la capacité de limiter ces risques. Le renforcement des mesures d'adaptation et de notre capacité à nous adapter contribuent à atténuer ces risques et à en réduire les effets néfastes sur la santé. En règle générale, la vulnérabilité d'une population face aux risques climatiques dépend des principaux facteurs suivants de la capacité d'adaptation : ressources économiques, technologie, information et compétences, infrastructure, institutions, équité et état de santé des populations (Grambsch et Menne, 2003)[2].

Pour évaluer les risques pour la santé liés aux changements climatiques, il faut analyser et prendre en compte un certain nombre d'aspects importants sur le plan de la méthodologie. Le choix et l'application de méthodes visant à mieux comprendre les vulnérabilités de la santé humaine à l'échelle nationale posent certaines difficultés, puisque l'on s'attend à observer de grandes différences dans les impacts des changements climatiques au Canada selon la région et la sensibilité des populations exposées. Comme les diverses régions du Canada présentent d'énormes différences en matière de conditions environnementales naturelles et de caractéristiques sociales et économiques (p. ex., entre le Nord et le Sud), les méthodologies d'évaluation de la vulnérabilité des populations doivent tenir compte de ces variables.

De plus, il faudra surmonter des difficultés méthodologiques dues à notre compréhension limitée des voies complexes par lesquelles les changements climatiques peuvent nuire à la santé et au moment où certains effets précis se manifesteront. Ces voies pourront être directes ou indirectes, et la gravité de certains effets pourrait ne se révéler qu'après des décennies ou même des siècles. Les effets directs et indirects sur la santé peuvent découler de variations épisodiques des conditions météorologiques (p. ex., décès et maladies résultant d'une vague de chaleur) ou de changements dans les écosystèmes s'étalant sur des mois ou des années (p. ex., nouvelles maladies infectieuses

1 On trouvera une liste plus complète des évaluations nationales de l'incidence des changements climatiques au chapitre sur la santé du *quatrième Rapport d'évaluation du GIEC* (Confalonieri et coll., 2007). L'Organisation mondiale de la santé a également réalisé un certain nombre d'évaluations des risques pour la Santé liés aux changements climatiques, ou y a participé (McMichael et coll., 2003; Menne et Ebi, 2006).

2 On trouvera au chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada, une discussion plus détaillée sur le sujet.

reliées à des changements dans l'habitat naturel). De plus, ces effets peuvent souvent s'ajouter aux effets d'autres déterminants de la santé des populations (notamment le système de soins de santé et les facteurs socio-économiques) ou encore y être tempérés par ces autres déterminants. Ce sont ces effets, tant directs qu'indirects, sur la santé qui sont discutés dans *Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada,* en l'occurrence la présente Évaluation.

Dans le cas de certaines questions de santé (comme les maladies infectieuses à transmission vectorielle et les zoonoses), les évaluations s'appuient sur des méthodes relativement éprouvées. Dans d'autres cas (notamment la sécurité alimentaire, les effets sur les populations vulnérables), les méthodes ne sont pas suffisamment au point ou sont limitées par l'insuffisance de données disponibles (Kovats et coll., 2003b). Une évaluation de la vulnérabilité aux effets des changements climatiques doit tenir compte de ces facteurs en dépassant les démarches classiques d'évaluation des risques pour la santé humaine pour étudier les effets susceptibles de se produire à l'avenir (Santos et coll., 2002). On utilise des modèles, des scénarios et d'autres outils permettant d'explorer tout un éventail de situations possibles pour mieux comprendre les effets futurs des changements climatiques afin d'évaluer la vulnérabilité. Cependant, les prévisions des conditions climatiques futures manquent de finesse à l'échelle des petites régions géographiques d'une part, et de l'autre, elles manquent de fiabilité quant à la vitesse à laquelle les changements pourraient se produire afin de bien éclairer le processus décisionnel. Les personnes menant des évaluations de la vulnérabilité devront prendre en compte les forces et les faiblesses des méthodes et outils existants.

2.1.1 Considérations relatives à l'approche d'évaluation

Pour le Canada, on trouve une étude des questions de changements climatiques et de santé dans le document *L'Étude pancanadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique* (Maxwell et coll., 1997), et dans *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne* (Lemmen et Warren, 2004) et dans *Vivre avec les changements climatiques : édition 2007* (Lemmen et coll., 2008). Chacun de ces rapports se fonde sur des revues de la littérature et dresse un tableau sommaire des principaux risques pour la santé liés à la variabilité du climat dans des conditions climatiques nouvelles. Cependant, comme ces rapports ne consacrent qu'une partie limitée de leur contenu à la santé humaine, on n'y trouve que peu de renseignements sur les vulnérabilités actuelles en terme de populations ou régions particulières, et sur la capacité des gouvernements et des collectivités de prendre les mesures d'adaptation qui s'imposent.

En raison de la complexité des processus biophysiques et sociaux influant sur la santé, il faut que les évaluations en matière de santé s'appuient sur un large éventail de données sur la santé et de méthodes et outils d'analyse, et tirent parti de collaborations interdisciplinaires entre chercheurs de nombreux domaines : sciences de l'environnement, médecine, santé publique, sciences du climat ainsi que sciences sociales et sciences du comportement (DesJarlais et coll., 2004).

On trouve un éventail de méthodes et d'outils qualitatifs et quantitatifs parmi lesquels choisir selon le but de l'évaluation et la nature des données disponibles, par exemple : revues de la littérature, avis d'experts, études écologiques, systèmes d'information géographique, analyse des séries chronologiques, évaluation de risques, consultation des collectivités et intervenants, savoir traditionnel, modèles statistiques et analyses de scénarios[3]. Le choix des méthodes

3 Par exemple, on trouve, dans Downing et Patwardhan (2005), un « coffre à outils » général pour l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation face aux changements climatiques.

qualitatives ou quantitatives, ou d'une combinaison des deux, dépendra du niveau et du type de connaissances nécessaires aux décideurs (Kovats et coll., 2003b). Bon nombre d'évaluations intègrent les deux types de méthodes.

Quelle que soit la méthode privilégiée, elle doit permettre d'atteindre le but visé, c'est-à-dire déterminer les risques pour la santé qui peuvent découler des changements climatiques, identifier les populations et les régions les plus vulnérables et établir les mesures qui s'imposent pour protéger la santé humaine. Une évaluation approfondie doit fournir les informations suivantes :

- répartition actuelle des maladies sensibles au climat et fardeau créé par ces maladies;
- interactions entre des facteurs de stress multiples, liés ou non au climat (p. ex., vagues de chaleur, pollution atmosphérique, pannes de courant, sécheresse);
- estimations des risques potentiels pour la santé liés aux changements climatiques à partir de scénarios des changements climatiques, de la croissance démographique, des infrastructures communautaires, etc.;
- valeurs-seuils ou effets dose-réponse probables indiquant si le niveau de réponse augmente ou diminue avec l'exposition au facteur de risque, et à quelle vitesse;
- répercussions sur la santé des effets des changements climatiques touchant d'autres secteurs;
- efficacité des mesures en place visant à réduire le fardeau lié à un problème de santé donné;
- capacité individuelle et collective de faire face aux difficultés (p. ex., ressources financières, services de santé et services sociaux); et
- établissement de mesures d'adaptation à court, moyen et long termes nécessaires pour diminuer la vulnérabilité présente et future.

2.2 OPTIONS POUR L'ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ

Les cadres classiques d'évaluation des risques pour la santé posés par l'environnement offrent des outils méthodologiques importants (p. ex., évaluation des dangers, mobilisation des intervenants) pour évaluer les changements climatiques et la vulnérabilité des populations en matière de santé. Cependant, ils ne fournissent pas d'orientations précises pour l'évaluation de la vulnérabilité parce qu'ils ne peuvent pas prendre en compte les causes multiples et interreliées des maladies et les divers mécanismes de rétroaction qui, souvent, limitent la prévisibilité des résultats finaux sur la santé (Bernard et Ebi, 2001). Plusieurs documents d'orientation et cadres conceptuels ont été élaborés et fournissent des directives générales pour l'application de méthodes dans l'évaluation de la vulnérabilité aux effets des changements climatiques sur la santé, l'élaboration de stratégies d'adaptation et la priorisation des options (p. ex., les directives techniques du GIEC pour l'évaluation des incidences de l'évolution du climat et des stratégies d'adaptation [IPCC *Technical Guidelines for Assessing Climate Change Impacts and Adaptations*], Carter et coll., 1994; *Handbook on Methods for Climate Change Impact Evaluation and Adaptation Strategies,* Feenstra et coll., 1998; *Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policies and Measures,* Lim et coll., 2005).

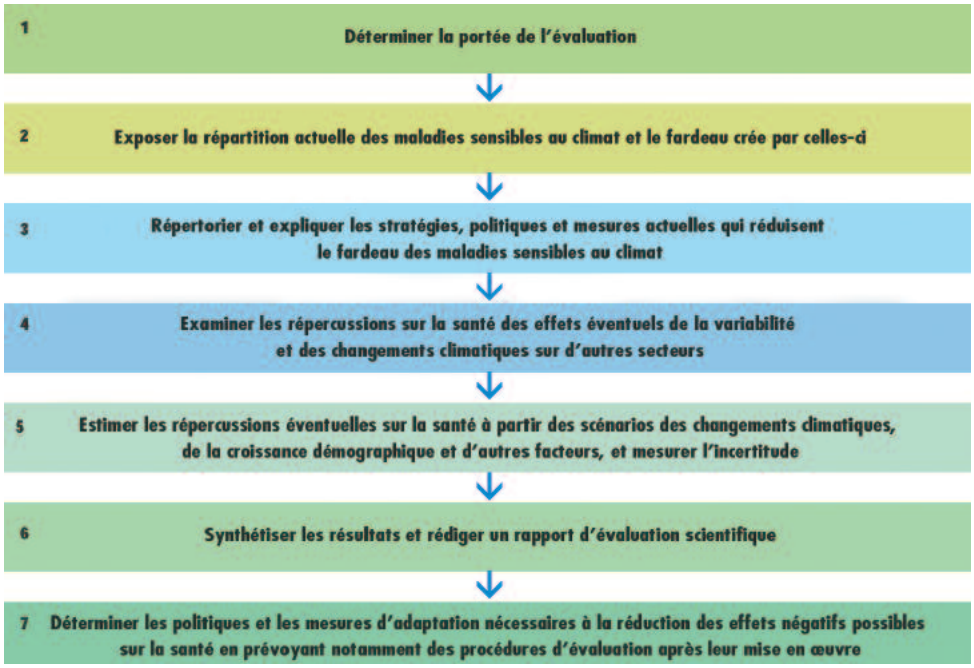
À partir d'une revue de la littérature, Füssel et Klein (2004) ont examiné les documents d'orientation et les cadres conceptuels relatifs à l'adaptation aux changements climatiques et ils ont évalué leur pertinence pour les stratégies nationales et régionales visant à réduire les effets des changements climatiques sur la santé. Les auteurs ont constaté que bon nombre des approches actuelles, comme celle des directives techniques du GIEC (Carter et coll., 1994), comportent des lacunes importantes dans leur applicabilité à l'évaluation des changements

climatiques et de la vulnérabilité de la santé. Selon eux, le document *Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change* (Kovats et coll., 2003b) (présenté plus loin dans le texte) est le document d'orientation le plus important pour l'évaluation de l'adaptation aux changements climatiques sur le plan de la santé (Füssel et Klein, 2004, p. 82).

2.2.1 Méthodes d'évaluation de la vulnérabilité de la santé et de l'adaptation de la santé publique face aux changements climatiques

Le document de Kovats et coll. (2003b) propose une approche générale que tous les pays peuvent utiliser afin d'évaluer et de mieux comprendre les risques des changements climatiques pour la santé humaine dans le monde entier. Il donne des conseils pour surmonter la complexité du sujet et l'incertitude actuelle inhérente aux études scientifiques, présente les forces et les faiblesses des méthodes et outils existants, et offre des conseils pratiques pour la réalisation d'évaluations aux gouvernements, aux organismes responsables de la santé et aux établissements environnementaux et météorologiques des pays industrialisés comme des pays en développement. La figure 2.1 illustre les étapes de l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation proposées par Kovats et ses collaborateurs (2003b).

Figure 2.1 Étapes de l'évaluation de la vulnérabilité et de l'adaptation



Source : Kovats et coll., 2003b

L'approche préconisée dans le document de Kovats et coll. (2003b) intègre des activités visant à comprendre la vulnérabilité et la capacité d'adaptation avec des efforts visant à mieux connaître les effets projetés des changements climatiques. Ces informations dicteront les mesures à prendre pour réviser, réorienter ou renforcer les stratégies, politiques et mesures destinées à protéger la santé des populations. Pour diverses questions de santé, Kovats présente des méthodes permettant d'évaluer les faits témoignant d'une incidence des changements climatiques sur la morbidité et la mortalité. On y trouve également des méthodes aidant à établir des projections des impacts, et à déterminer des stratégies, politiques et mesures d'adaptation pour atténuer les effets néfastes actuels et futurs de ces changements.

2.3 APPROCHE ET MÉTHODES UTILISÉES POUR L'ÉTUDE *SANTÉ ET CHANGEMENTS CLIMATIQUES : ÉVALUATION DES VULNÉRABILITÉS ET DE LA CAPACITÉ D'ADAPTATION AU CANADA*

2.3.1 Approche retenue pour l'Évaluation

Dans la mesure du possible, l'approche utilisée dans la présente Évaluation suit celle des *Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change* (Kovats et coll., 2003b). Elle associe l'étude des vulnérabilités à la variabilité actuelle des conditions météorologiques et climatiques avec l'examen des risques particuliers pour la santé (p. ex., les risques liés à la pollution atmosphérique) que laissent entrevoir les scénarios climatiques de l'avenir. L'évaluation de la vulnérabilité varie beaucoup d'un chapitre à l'autre en raison des différences dans la disponibilité des données et dans les buts et orientations de chacun. Les chapitres consacrés à l'étude des problèmes de santé particuliers liés aux changements climatiques sont axés sur la vulnérabilité de certains groupes et populations du Canada qui sont plus à risque[4]. Les chapitres concernant des régions en particulier (soit le Québec et le Nord) présentent une évaluation plus générale de la vulnérabilité aux impacts en examinant les mesures d'adaptation existantes et la capacité de faire face aux multiples risques pour la santé liés au climat dans ces régions. Certaines conclusions du rapport sont discutées plus en détail au chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada, qui dresse un tableau national de la vulnérabilité en dégageant des tendances relatives à l'exposition aux dangers d'ordre climatique, en évaluant la sensibilité de certains membres de la population et en examinant la situation et l'efficacité de certaines mesures d'adaptation importantes visant à atténuer les principaux risques pour la santé. La présente évaluation dépasse la portée d'une évaluation sommaire; non seulement elle rend compte de l'information la plus récente sur les vulnérabilités au Canada en examinant la littérature à ce sujet, mais elle a permis de recueillir de nouvelles données et de mener des recherches en vue de quantifier les effets et d'évaluer les réponses actuelles (p. ex., exercices de simulation, entrevues avec des personnes renseignées).

Détermination de la structure et de la portée de l'évaluation

La littérature existante mentionne plusieurs risques pour la santé qui sont liés aux changements climatiques au Canada (Maxwell et coll., 1997; Santé Canada, 2003; McMichael et coll., 2003; Lemmen et Warren, 2004), à savoir :

- les problèmes liés à la qualité de l'air;
- la contamination par l'eau et les aliments;
- les maladies infectieuses à transmission vectorielle et les zoonoses;
- les effets de conditions météorologiques extrêmes;
- les effets de l'appauvrissement de la couche d'ozone stratosphérique; et
- les impacts socio-économiques (p. ex., pertes sur les plans économique et professionnel).

4 Le chapitre 3, Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes, pousse plus loin la réflexion en soulignant les caractéristiques qui augmentent la vulnérabilité des collectivités, comme la dégradation des infrastructures ou des facteurs liés à la conception des zones urbaines (p. ex., vastes espaces bétonnés, rétrécissement des espaces verts).

La structure et la portée de la présente Évaluation ont été déterminées au moyen de mécanismes de consultation, y compris des réunions du comité directeur et trois ateliers d'experts. Trois secteurs d'importance déterminante pour la santé humaine (la pollution atmosphérique, les maladies transmises par voie hydrique, alimentaire ou vectorielle ou par des rongeurs et les risques naturels liés à la variabilité du climat) ont été choisis pour l'évaluation sur la base des critères suivants : 1) des données et outils analytiques sont déjà disponibles, 2) la maladie entraîne déjà un fardeau, 3) il existe des lacunes dans les connaissances, 4) il existe une expertise scientifique sur ces problèmes, 5) la mesure dans laquelle le secteur de la santé peut s'adapter face à eux.

L'étude de la pollution atmosphérique dans le contexte de la variabilité climatique a fourni des résultats qui peuvent s'appliquer à bien des régions du Canada puisque plusieurs régions et grands centres urbains sont actuellement aux prises avec des problèmes de santé découlant de la piètre qualité de l'air. Les effets prévus des changements climatiques sur la qualité de l'air sont considérés comme l'un des principaux problèmes en Amérique du Nord (McMichael et coll., 2003; Confalonieri et coll., 2007; GIEC, 2007). On a également examiné la littérature sur les risques pour la santé au Canada liés à la contamination par l'eau et les aliments, des maladies à transmission vectorielle ainsi que des risques naturels liés à la variabilité du climat (p. ex., vagues de chaleur, tempêtes, feux de forêt). De plus, on a mené deux évaluations régionales de la santé, l'une dans le Nord canadien et l'autre au Québec, pour aider les décideurs en matière de santé à mieux comprendre comment les multiples problèmes de santé interagissent au sein d'une population, et pour évaluer la capacité d'adaptation de la région en réponse à plusieurs problèmes de santé, qui parfois s'aggravent mutuellement. On a choisi la région du Nord parce qu'elle subit présentement de graves répercussions des changements climatiques et parce que le rapport *Arctic Climate Impact Evaluation,* publié en 2004, fournit un ensemble de connaissances utiles (Hassol, 2004). Quant à la province de Québec, elle a été choisie parce qu'à ce moment, elle possédait la capacité de recherche institutionnelle et l'expertise nécessaires pour mener l'étude par l'entremise des principaux organismes de santé du secteur public (p. ex., l'Institut national de santé publique du Québec) et du Consortium Ouranos, qui compte des représentants de ministères du gouvernement du Québec, d'universités, d'organismes fédéraux et de partenaires de l'industrie travaillant de concert afin d'accroître la compréhension des effets des changements climatiques et des mesures d'adaptation qui s'imposent au Québec.

Bien que la présente Évaluation de la vulnérabilité aux effets des changements climatiques sur la santé ne couvre pas toutes les régions du Canada, il est possible d'extrapoler certaines conclusions précises à d'autres parties du Canada qui feraient face aux mêmes risques liés au climat. En outre, elle propose des enseignements sur la façon de mener les évaluations de la vulnérabilité aux effets des changements climatiques sur la santé pour les régions et les collectivités du Canada qui voudront peut-être entreprendre leur propre évaluation dans l'avenir.

Les principaux volets de l'évaluation sont les suivants :

- l'évaluation des risques pour la santé liés à la baisse de qualité de l'air à l'échelle nationale, y compris une étude des actuelles stratégies de gestion des risques;
- l'évaluation de divers risques pour la santé et vulnérabilités dans des collectivités du Nord du Canada et chez certaines personnes vivant au Québec à l'échelle locale;
- l'évaluation de la capacité des collectivités et des gouvernements de s'adapter aux risques pour la santé, avec études de cas à l'échelle locale;
- le repérage des populations très vulnérables aux effets des changements climatiques;
- le repérage des lacunes des connaissances qui devront faire l'objet d'autres études afin de mieux comprendre les impacts possibles des changements climatiques sur la santé; et
- les revues de la littérature sur la contamination par l'eau et les aliments, les maladies infectieuses à transmission vectorielle et les risques naturels découlant de la variabilité du climat.

Les auteurs de chaque chapitre ont mis à profit les avis d'experts et de praticiens d'un grand nombre de disciplines engagés dans des projets de recherche conjoints, et ont utilisé le processus d'examen par les pairs. Par exemple, pour le chapitre 4, Qualité de l'air, changements climatiques et santé, on a fait appel à des chercheurs d'organismes gouvernementaux et non gouvernementaux experts en épidémiologie, en sciences de la santé environnementale, en modélisation du climat et en sciences de l'atmosphère pour analyser les répercussions possibles des changements climatiques sur la qualité de l'air et les risques qu'ils constituent pour la santé. Le chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada, s'appuie sur les commentaires de spécialistes en santé publique, en gestion des situations d'urgence, en évaluation des risques naturels, en sociologie et en sciences du comportement pour explorer la capacité des gouvernements et des collectivités de s'adapter aux risques pour la santé liés aux changements climatiques.

Supervision de l'Évaluation

La supervision de la présente Évaluation, y compris le processus d'examen par les pairs, a été assurée par un comité directeur multilatéral, formé de représentants d'organismes concernés par ces questions aux échelles locale, régionale et nationale et de représentants d'organismes gouvernementaux et non gouvernementaux. Il convient cependant de noter qu'il n'y a pas eu de vaste consultation auprès des intervenants, comme les médecins, les regroupements de bénévoles et les représentants d'organismes provinciaux de la santé, et que les futures évaluations profiteraient grandement de ce genre de consultation.

2.3.2 Méthodes d'évaluation

La présente Évaluation se fonde sur un grand nombre de données sur la santé et de méthodes et outils d'analyse. Les principales méthodes employées sont des modèles et scénarios climatiques, des avis de spécialistes, des études épidémiologiques et écologiques, des revues de la littérature et des consultations avec les intervenants.

Données, méthodes et outils utilisés pour l'étude *Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada*

Modèle climatique : Représentation numérique du système climatique basée sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ses composantes, leurs processus d'interaction et de rétroaction, et représentant la totalité ou une partie des propriétés connues. Ces modèles peuvent être plus ou moins complexes. En tant qu'outils de recherche, ils servent à étudier et simuler le climat, mais on les utilise aussi à des fins opérationnelles, comme les prévisions climatiques mensuelles, saisonnières et interannuelles.

Scénario climatique : Représentation vraisemblable et souvent simplifiée du futur climat probable, fondée sur un ensemble intrinsèquement cohérent de relations climatologiques, établie pour l'étude explicite des conséquences possible des changements climatiques anthropiques, et composante fréquente des modèles sur les incidences.

Jugement d'expert : Enoncé qui représente un processus d'évaluation pouvant être décrit comme un ensemble de conditions et de critères émis par une personne généralement reconnue comme source fiable de connaissances, de techniques ou de compétences et dont le jugement fait autorité auprès du public ou des pairs.

Épidémiologie : Science de la santé publique et de la médecine préventive qui étudie la répartition et les déterminants d'états ou de phénomènes liés à la santé dans des populations particulières et qui applique les résultats des études pour régler ou atténuer les problèmes de santé.

Étude écologique : Étude épidémiologique qui vise à trouver, au niveau de l'individu ou de la communauté, des associations entre l'exposition et l'occurrence de maladie.

Revue de la littérature : Examen exhaustif des publications en vue de faire l'analyse critique, la synthèse et la comparaison des recherches menées dans un champ d'étude précis.

Consultation auprès des intervenants : Sondage d'opinions auprès des intervenants, notamment les gouvernements, les organisations non gouvernementales, les instituts de recherche et les entités privées qui s'intéressent à l'étude, visant à réunir des informations utiles, souvent grâce à des forums, des tables rondes et des comités consultatifs.

Le tableau 2.1 présente les forces et les limites des principaux outils et méthodes utilisés pour la présente Évaluation. On trouvera dans les chapitres respectifs des descriptions détaillées de méthodes particulières utilisées par les auteurs afin d'examiner les risques pour la santé liés aux changements climatiques.

Tableau 2.1 Forces et limites des méthodes et des outils d'évaluation[5]

Méthode ou outil	Application à l'évaluation	Forces de l'application	Limites d'application
Modèles et scénarios climatiques	Chapitre 4, Qualité de l'air, changements climatiques et santé : Modélisation des incidences d'une augmentation de température de 4 °C (en prenant 2002 comme année de référence) sur les concentrations d'ozone troposphérique et de particules ($PM_{2.5}$) pour l'ensemble du Canada en 2080 en se servant du système régional unifié de modélisation de la qualité de l'air (AURAMS) du Service météorologique du Canada), et modélisation consécutive des incidences sur la santé à l'aide de l'Outil d'évaluation des avantages d'une meilleure qualité de l'air (OEAQA) de Santé Canada.	Les estimations quantitatives des risques futurs pour la santé ont été calculées; elles ont été utiles pour élaborer des mesures d'adaptation visant à protéger la santé humaine.	Au chapitre 4, on a utilisé sur une simple élévation de température de 4 °C (et non sur diverses élévations possibles) pour évaluer certaines répercussions liées aux changements climatiques. On a aussi utilisé une période unique de 3 mois pour l'analyse, d'après les conditions de 2002 et assujettie à l'augmentation de 4 °C. L'analyse du chapitre 4 est restreinte en raison de l'incertitude entourant l'exposition future à la pollution atmosphérique (p. ex., allongement du temps consacré aux activités de plein air) et d'autres facteurs qui peuvent influer sur la qualité de l'air en raison des changements climatiques (p. ex., incendies de forêt, modification des émissions biogènes et anthropiques).

suite à la page suivante

5 N. B. L'information sur l'applicabilité et les faiblesses de ces méthodes et outils et sur d'autres moyens pour évaluer les changements climatiques et la vulnérabilité en matière de santé se trouve dans les ouvrages de Kovats et coll. (2003b) et de Lim et coll. (2005).

suite de la page précédente

Méthode ou outil	Application à l'évaluation	Forces de l'application	Limites d'application
	Le chapitre 6, Les effets des changements climatiques sur la santé au Québec : Prévisions de la morbidité en raison des vagues de chaleur dans certaines villes et régions administratives au Québec à l'aide du modèle de circulation générale HadCM3 et de techniques de réduction d'échelle. Des prévisions ont été établies pour les horizons 2020, 2050 et 2080.	Les techniques statistiques de réduction d'échelle ont permis d'utiliser les données du modèle global de circulation générale à des échelles plus locales au Québec (p. ex., au niveau d'une ville). La modélisation des effets de la chaleur sur la santé a permis d'établir les incidences pour différentes villes et régions.	Les données météorologiques limitées portant sur les régions administratives rendent plus difficile l'établissement de prévisions des incidences sur la mortalité.
Jugement d'experts	On a mené des entrevues auprès de personnes averties pour les projets de recherche du chapitre 3, Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes, du chapitre 4, du chapitre 6 et du chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada.	Des observations qualitatives ont complété le travail effectué au moyen des revues de la littérature. Des sondages et des consultations ont servi de moyens de mobilisation et de sensibilisation auprès des intervenants. Ont fourni des informations à jour et pertinentes sur les initiatives d'adaptation des secteurs de la santé au Canada.	En raison du petit nombre de personnes interviewées pour les chapitres 3, 4 et 8, la capacité de généraliser les observations est restreinte. Les observations ont été de nature subjective.
Études épidémiologiques et de l'écologie	Dans tous les chapitres, on fait état de résultats d'études épidémiologiques ou de l'écologie menées récemment sur les problèmes liés aux changements climatiques et à la santé au Canada. Les effets synergiques des vagues de chaleur et des épisodes de pollution atmosphérique (matières particulaires ($PM_{2.5}$) et ozone troposphérique) sont abordés au chapitre 4.	Les chapitres 4 et 6 comprennent des estimations quantitatives des incidences. Aux chapitres 4, 6 et 7 (Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien), on a utilisé ces études pour comprendre les risques associés aux vulnérabilités de groupes particuliers au sein de la population. On a utilisé des estimations quantitatives des risques futurs pour la santé pour déterminer des mesures d'adaptation visant à protéger la santé (p. ex., chapitres 4 et 6).	Les contraintes liées à l'application de cette méthode tiennent notamment au fait que ces études exigent beaucoup de temps et d'argent. L'insuffisance de données sur la santé ou de données climatiques pertinentes au Canada fait en sorte que les associations entre les risques climatiques et les effets sur la santé actuels et futurs n'ont pas pu être vérifiées de façon rigoureuse (p. ex., chapitres 3 et 7; et chapitre 5, Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs). Compréhension insuffisante de la dynamique des systèmes.

Méthode ou outil	Application à l'évaluation	Forces de l'application	Limites d'application
Revue de la littérature	Utilisée dans tous les chapitres de l'évaluation. On a mis l'accent sur les nouvelles études et observations diffusées depuis l'*Étude pancanadienne sur les impacts et l'adaptation* (Maxwell et coll., 1997). On a englobé la littérature grise et des rapports stratégiques dans certains chapitres, particulièrement les chapitres 7 et 8. On a mené des analyses de la littérature sur le savoir traditionnel et autochtone, et on a émis des observations sur les changements climatiques et les risques pour la santé au chapitre 7.	On a obtenu des analyses quantitatives et qualitatives. On a accédé à des données à long terme au moyen de bases de données électroniques (p. ex., Medline, Webscience). Pour l'analyse, on a utilisé de l'information descriptive qui ne se trouve pas dans les bases de données habituelles.	Pour certains chapitres, on ne dispose pas d'assez d'études pour pouvoir définir le niveau de risque pour la santé auquel sont exposées certaines populations et régions du Canada en raison des changements climatiques (p. ex., chapitres 3 et 5). Les travaux de recherche sur les changements climatiques, les mesures d'adaptation en santé et l'efficacité de ces mesures sont particulièrement rares.
Consultation auprès des intervenants	Un comité directeur multilatéral a supervisé l'évaluation. On a tenu des ateliers d'experts pour étayer les chapitres 3, 4 et 8. Un comité consultatif a supervisé les activités pour le chapitre 6. On a consulté les instances gouvernementales et les particuliers au niveau local et infrarégional, et on a évalué les perceptions et les observations actuelles par rapport aux changements climatiques et à leurs incidences sur la province au chapitre 6.	Les consultations ont renforcé la mobilisation et la sensibilisation en regard des enjeux. Elles ont permis d'harmoniser les résultats des évaluations avec les besoins des collectivités. On a mis à contribution une grande variété de scientifiques, d'experts et de spécialistes pour augmenter la fiabilité des résultats. Les consultations auprès des collectivités ont permis d'obtenir de l'information fondée sur les observations directes de la population en général et des gestionnaires locaux du Nord canadien et du Québec en matière d'environnement.	Il n'a pas été possible de consulter tous les intervenants pertinents en matière de changements climatiques et de problèmes de santé au Canada. Les résultats sont en majorité qualitatifs et modulés par des facteurs qui influent sur les perceptions personnelles et collectives et la compréhension des changements climatiques (p. ex., âge, sexe, mode de vie, santé, revenu).

Nota : L'information sur l'applicabilité et les faiblesses de ces méthodes et outils et sur d'autres moyens pour évaluer les changements climatiques et la vulnérabilité en matière de santé se trouve dans les ouvrages de Kovats et coll. (2003b) et de Lim et coll. (2005).

2.4 INCERTITUDE

L'incertitude fait partie intégrante de la démarche scientifique. Toutefois, les changements climatiques posent de nouveaux défis pour ce qui est de déterminer, d'évaluer et de gérer les risques pour la santé. Les principales sources d'incertitude de la présente évaluation sont liées aux lacunes dans les connaissances sur les mécanismes biologiques et physiques par lesquels le climat influe sur la santé, ainsi qu'aux difficultés inhérentes à l'estimation des effets sur la santé des tendances projetées du climat. L'incertitude tient également à l'insuffisance des connaissances sur la dynamique du système, dont un manque d'informations sur les processus en jeu à différentes échelles, de locale à nationale, qui déterminent la capacité des personnes, des collectivités et des gouvernements à s'adapter à la variabilité et aux changements du climat.

Les évaluations de la vulnérabilité doivent prendre en compte cette incertitude pour pouvoir véritablement étayer l'élaboration des politiques. Pour indiquer le niveau d'incertitude, certaines évaluations scientifiques adoptent une nomenclature probabiliste pour exprimer la probabilité ou le degré de confiance; on en trouve des exemples dans le *quatrième Rapport d'évaluation du GIEC* (GIEC, 2007) ou le document Arctic Climate Impact Evaluation (Hassol, 2004). Bien que les *Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change* (Kovats et coll., 2003b) recommandent l'approche du GIEC, il n'était ni pratique ni utile d'adopter une terminologie probabiliste uniforme dans tous les chapitres de la présente Évaluation, les niveaux d'analyse utilisés pour évaluer les répercussions sur la santé et faire rapport à ce sujet étant différents dans les divers chapitres, selon les données disponibles et les études scientifiques existantes. Dans la présente Évaluation, l'estimation qualitative des probabilités et du niveau de confiance découle de la quantité des informations disponibles sur la question, et des jugements d'experts. De façon générale, les auteurs ont pu atteindre un meilleur niveau de confiance et de probabilité lorsque les résultats de recherche sur les questions étaient suffisants en qualité et en quantité.

Pour mieux comprendre les vulnérabilités actuelles et les effets prévus des changements climatiques sur la santé, il faudra disposer de meilleures données concernant les impacts sur la santé, et réaliser des progrès pour combler les lacunes dans les connaissances. Parmi les principales zones d'incertitude dans les conclusions de la présente Évaluation figurent les suivantes :

- l'ampleur de l'augmentation prévisible de la pollution atmosphérique et des risques pour la santé;
- l'ampleur des stress et pressions exercés sur le système de santé et des services sociaux par l'augmentation des effets sur la santé liés au climat; et
- le degré de vulnérabilité potentielle de la population canadienne face aux effets des changements climatiques sur la santé, compte tenu de l'incertitude entourant les tendances futures de la démographie et de la santé (p. ex., l'âge, les problèmes de santé chroniques, l'accès aux services de santé) et l'exposition prévisible aux dangers d'ordre climatique.

2.5 LEÇONS À TIRER POUR LES ÉVALUATIONS FUTURES

La présente étude constitue l'une des premières évaluations des effets sur la santé et le bien-être et des vulnérabilités liées aux changements climatiques s'inspirant en majeure partie de l'approche préconisée par Kovats et coll. (2003b). Il s'agit de l'évaluation la plus complète et détaillée des changements climatiques et de leurs effets sur la santé entreprise jusqu'à présent au Canada. Comme l'illustre le tableau 2.1, on a employé une grande variété de méthodes pour examiner les vulnérabilités des Canadiens face aux effets de la variabilité du climat et des changements climatiques. L'application de ces méthodes a permis de voir avec plus d'acuité les menaces que posent les changements climatiques pour la santé et le bien-être des Canadiens. Mais des contraintes quant au temps, à la capacité de recherche et la disponibilité de données sur la santé ont restreint la capacité des auteurs de mener une étude approfondie de toutes les vulnérabilités à la santé reliées aux changements climatiques au Canada.

De vastes revues de la littérature, des recherches dans des bases de données et des entrevues avec des experts ont permis de réaliser cette première compilation d'informations et de données de base sur l'ampleur des risques liés au climat et sur le nombre de maladies et de décès au Canada associés aux principaux risques découlant des changements climatiques. À titre d'exemple, le chapitre 3, Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes, présente de l'information concernant les impacts des avalanches, éboulements, glissements de terrains et coulées de boue et de débris, des températures extrêmes, comme les vagues de chaleur et de froid, des sécheresses, des incendies de forêts et feux de brousse, des orages, de la foudre, de la grêle, des tornades, des tempêtes tropicales (ouragans, etc.), des inondations, du brouillard, de la pluie verglaçante et du verglas au Canada. Les décideurs en matière de santé publique, de préparation aux situations d'urgence et de domaines connexes ont besoin de ces données afin d'évaluer les risques futurs pour la santé, d'établir les priorités en matière de gestion des risques, entre autres, et d'élaborer les mesures d'adaptation qui s'imposent.

La participation des divers intervenants et partenaires a joué un rôle décisif dans la présente évaluation. Elle nous a permis de : 1) déterminer et valider l'approche d'évaluation; 2) choisir les problèmes de santé et les régions que nous étudierions en priorité; 3) connaître les besoins essentiels des décideurs du secteur de la santé en matière d'information; 4) obtenir des conseils sur la communication des résultats de l'évaluation; 5) avoir accès à l'expertise et aux capacités de recherche nécessaires. Par exemple, à la suite des ateliers de consultation, on a déterminé que les décideurs doivent être informés des progrès des activités de gestion des risques en cours, et de l'efficacité de ces activités pour chaque problème de santé ou chaque région à l'étude. Nous avons intégré cette analyse dans un certain nombre de chapitres, en particulier le chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada.

De plus, l'analyse effectuée dans le cadre de cette évaluation a été réalisée grâce à la collaboration d'un large éventail d'experts en vue de caractériser et d'évaluer plus précisément les répercussions sur la santé et les vulnérabilités liées aux changements climatiques. Cette collaboration avec des modélisateurs du climat d'Environnement Canada a contribué à l'établissement de prévisions des impacts éventuels du réchauffement climatique possible sur la qualité de l'air, et l'apport de représentants du Consortium Ouranos spécialisés dans la modélisation climatique a permis aux auteurs du chapitre 6, Les effets des changements climatiques sur la santé au Québec, d'établir des prévisions sur le nombre de décès dus à la chaleur par suite des changements climatiques pour un certain nombre de collectivités de cette province. En outre, l'intégration des renseignements tirés de la Base de données canadienne sur les désastres au chapitre 3, Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes, a grandement profité des avis d'experts et de l'examen réalisé par des représentants de Sécurité publique Canada.

D'après notre expérience dans l'application des principales méthodes d'évaluation des risques pour la santé et de la vulnérabilité qui sont liés aux changements climatiques, les prochaines évaluations devraient s'inspirer des propositions ci-dessous.

- Élaborer d'autres modèles et outils permettant d'intégrer d'autres facteurs influant sur la santé qui ne sont pas liés au climat au moyen d'une évaluation multisectorielle intégrée.
- Élaborer des scénarios climatiques, des modèles de circulation générale et des techniques de réduction à l'échelle régionale ayant une résolution spatiale et temporelle plus fine et permettant de fournir les renseignements requis sur les variations de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes (au lieu d'utiliser simplement des valeurs moyennes) et d'éclairer les initiatives d'adaptation locales et régionales. En effet, à cause des contraintes en matière de données et de modèles ainsi que des limites dans la résolution temporelle et spatiale des scénarios climatiques, nous n'avons pas été en mesure d'estimer la charge qui sera imposée dans l'avenir au système de santé pour tous les problèmes de santé et pour chaque région à l'étude.
- Élaborer des indices quantitatifs de la capacité d'adaptation et de la vulnérabilité permettant de comparer la capacité de composer avec les changements climatiques et les risques pour la santé à l'échelle nationale, régionale et locale. Comme le degré de vulnérabilité varie selon l'endroit et les conditions sociales, les évaluations nationales doivent tenir compte des profils de vulnérabilité régionaux au pays.
- Accroître le volume de données sur (1) les cas de maladie et de décès résultant des principaux problèmes de santé liés aux changements climatiques (p. ex., décès dus à aux températures extrêmes), (2) le rôle des services de santé dans l'atténuation des risques naturels ou l'aide aux victimes de catastrophes naturelles, (3) l'efficacité des mesures d'adaptation actuelles, (4) les tendances sociodémographiques futures à partir desquelles on pourra évaluer la vulnérabilité.

La tenue d'évaluations des changements climatiques et de leurs effets sur la santé des populations du Nord et de la province de Québec a permis de mettre en pratique des techniques d'évaluation à l'échelle régionale qui pourront être appliquées dans les études futures et d'avancer de nouveaux concepts. Par exemple, l'étude approfondie de l'état de santé et des conditions socio-économiques des populations touchées peut grandement aider à la réalisation de ces initiatives. D'autres facteurs contributifs sont les études sur les perceptions et observations des décideurs et intervenants locaux, qui auront un rôle important à jouer dans les futurs mécanismes d'élaboration de mesures d'adaptation. D'après les études menées sur l'efficacité ou les coûts de ces mesures, cette information aura une incidence déterminante sur l'établissement des priorités des mesures d'adaptation qu'on devra adopter pour faire face à tous les effets, ou aux effets les plus probables, d'un nouveau climat sur la santé.

2.6 RÉFÉRENCES

Bernard, S. et K. Ebi. Comments on the process and product of the health impact assessment component of the National Assessment of the Potential Consequences of Climate Variability and Change for the United States [Commentaires sur le processus et le produit du volet Évaluation des impacts sur la santé de l'évaluation nationale des conséquences potentielles de la variabilité et du changement du climat aux États-Unis], *Environmental Health Perspectives,* vol. 109, nº 2, p. 177-184, 2001.

Carter, T.R., M.L. Parry, H. Harasawa et S. Nishioka. *IPCC technical guidelines for assessing climate change impacts and adaptations* [Lignes directrices du GIEC pour l'évaluation des impacts du changement climatique et des adaptations]. Londres, Département de géographie, University College London, 1994.

Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue et coll. Human health [Santé humaine], dans M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, et C.E. Hanson (dir.), *Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report,* p. 391-431, Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

DesJarlais, C., A. Bourque, R. Décoste, C. Demers, P. Deschamps et coll. *S'adapter aux changements climatiques,* Montréal, Consortium Ouranos, 2004.

Downing, T.E. et A. Pawardhan. Assessing vulnerability for climate adaptation [Évaluation de la vulnérabilité aux fins de l'adaptation au climat], dans B. Lim, E. Spanger-Siegfried, I. Burton, E. Malone et S. Huq (dir.), *Adaptation policy frameworks for climate change: Developing strategies, policies and measures* [Cadres stratégiques d'adaptation au changement climatique : élaboration de stratégies, de politiques et de mesures], New York, Programme des Nations Unies pour le développement, 2005.

Feenstra, J., I. Burton, J. Smith et R. Tol (dir.). *Handbook on methods for climate change impact assessment and adaptation strategies* [Guide des méthodes d'évaluation des impacts du changement climatique et des stratégies d'adaptation], vers. 2, Nairobi, Programme des Nations Unies pour l'environnement, 1998.

Füssel, H.-M. et R.J.T. Klein. *Conceptual frameworks of adaptation to climate change and their application to human health* [Cadres conceptuels d'adaptation au changement climatique et leur application à la santé humaine], Rapport PIK nº 91, Potsdam, Allemagne, Institut de recherche sur les impacts du climat de Potsdam (PIK), 2004.

Grambsch, A. et B. Menne. Adaptation and adaptive capacity in the public health context [Adaptation et capacité d'adaptation dans le contexte de la santé publique], dans A.J. McMichael, D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.), *Climate change and human health: Risks and responses* [Changement climatique et santé humaine – Risques et mesures à prendre], Genève, Organisation mondiale de la santé, 2003.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évaluation du climat (GIEC). Summary for Policy Makers [Résumé à l'intention des décideurs], dans *Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability* [Bilan 2007 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité], contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 7-22, 2007.

Hassol, S. J. *Impacts of a warming Arctic: Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Impacts d'un réchauffement de l'Arctique : évaluation des impacts du changement climatique dans l'Arctique (EICCA)], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2004. Consulté le 12 juin 2005, à l'adresse http://www.acia.uaf.edu

Kovats, S., B. Menne, M.J. Ahern et J. Patz. National assessments of health risks of climate change: A review [Évaluations nationales des risques du changement climatique pour la santé : une revue], dans A.J. McMichael, D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.), *2003 climate change and health: Risks and responses.* [Changement climatique et santé humaine 2003 – Risques et mesures à prendre], Genève, Organisation mondiale de la santé, 2003a.

Kovats, S., K.L. Ebi et B. Menne. *Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change* [Méthodes d'évaluation de la vulnérabilité de la santé humaine et de l'adaptation de la santé publique aux changements climatiques]. Organisation mondiale de la Santé, Santé Canada, Organisation météorologique mondiale, Programme des Nations Unies pour l'Environnement, 2003b. Consulté le 15 mai 2007, à l'adresse http://www.euro.who.int/InformationSources/Publications/Catalogue/20041118_9

Lemmen, D.S. et F.J. Warren. *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne,* Ottawa, Ressources naturelles Canada, 2004.

Lemmen, D.S., F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (dir.). *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007,* Ottawa, Gouvernement du Canada, 2007.

Lim, B., E. Spanger-Siegfried, I. Burton, E.L. Malone et S. Huq. *Adaptation policy frameworks for climate change: Developing strategies, policies and measures* [Cadres stratégiques d'adaptation aux changements climatiques : élaboration de stratégies, de politiques et de mesures], New York, Programme des Nations Unies pour le développement, Cambridge, R.-U, Cambridge University Press, 2005.

Maxwell, B., N. Mayer et R. Street. *L'étude pancanadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique – Sommaire national pour les décideurs,* Ottawa, Environnement Canada, 1997.

McMichael, A.J., D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.). *Climate change and health: Risks and responses* [Changements climatiques et santé humaine : risques et mesures à prendre], Genève, Organisation mondiale de la santé, 2003.

Menne, B. et K.L. Ebi. *Climate change and adaptation strategies for human health* [Changements climatiques et stratégies d'adaptation pour la santé humaine], Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2006.

Santé Canada. *Climate change and health: A policy primer* [Changements climatiques et santé : notions préliminaires aux politiques], Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada, 2003.

Santos, F.D., K. Forbes et R. Moita (dir.). *Climate change in Portugal: Scenarios, impacts and adaptation measures* [Les changements climatiques au Portugal : scénarios, impacts et mesures d'adaptation], Lisbonne, Portugal, Gradiva, 2002.

Chapitre 3

Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes

Peter Berry
Gordon McBean
Jacinthe Séguin

Collaborateurs :
Andrew Hallak
Michel Jean
Justine Klaver-Kibria
Paul Kovacs
Dieter Riedel
Jinhui Zhao

Chapitre 3

TABLE DES MATIÈRES

3.1 Introduction 49

3.2 Méthodes et limites 51

3.3 Dangers naturels et effets sur la santé au Canada 53

3.3.1 Vue d'ensemble 53

3.3.2 Températures extrêmes 56

3.3.2.1 Vagues de chaleur 56

3.3.2.2 Vagues de froid 58

3.3.3 Inondations 59

3.3.4 Sécheresses 62

3.3.5 Incendies de forêt 63

3.3.6 Tempêtes et autres événements météorologiques extrêmes 65

3.3.6.1 Tornades 65

3.3.6.2 Pluie verglaçante et tempêtes de verglas 66

3.3.6.3 Orages et foudre 66

3.3.6.4 Ouragans et tempêtes connexes 67

3.3.6.5 Tempêtes de grêle 68

3.3.7 Avalanches, éboulements, coulées de boue, glissements de terrain et coulées de débris 69

3.3.8 Brouillard, smog et brume 71

3.4 Manifestations des changements climatiques et répercussions sur les dangers naturels au Canada 71

3.4.1 Manifestations des changements climatiques 71

3.4.2 Climat futur au Canada et risques de dangers naturels 72

3.5 Vulnérabilité des individus et des collectivités 74

3.5.1 Vulnérabilités aux dangers naturels et aux catastrophes du point de vue de la santé humaine 74

3.5.2 Personnes vulnérables 75

3.5.2.1 Âge 75

3.5.2.2 Problèmes de santé préexistants 78

3.5.2.3 Conditions socio-économiques 79

3.5.2.4 Autochtones : Premières nations, Inuits et Métis 79

3.5.2.5 Personnes dépendantes des ressources naturelles 80

Chapitre 3

3.5.3 Collectivités vulnérables 81

3.5.3.1 Infrastructures 81

3.5.3.2 Services de santé publique et d'intervention en cas d'urgence 82

3.5.3.3 Planification urbaine 84

3.5.3.4 Structure et caractéristiques des collectivités 84

3.6 Gestion des risques découlant des dangers naturels et réduction de la vulnérabilité grâce à l'adaptation 85

3.6.1 Méthode de gestion des urgences 85

3.6.2 Gestion des urgences au Canada : capacité actuelle et initiatives 87

3.6.2.1 Capacité globale et progrès en matière de préparation 87

3.6.2.2 Gestion des situations d'urgence en santé 88

3.6.2.3 Détermination des dangers et émission d'avertissements 90

3.6.2.4 Intervention, rétablissement et résilience 97

3.6.3 Adaptation : obstacles et possibilités 100

3.6.3.1 Obstacles 101

3.6.3.2 Possibilités 102

3.7 Lacunes sur le plan des connaissances 104

3.8 Conclusions et recommandations 104

3.8.1 Conclusions 104

3.8.2 Recommandations 106

3.9 Références 109

Chapitre 3

3.1 INTRODUCTION

Le présent chapitre analyse les répercussions des dangers naturels sur la santé des Canadiens, l'effet exercé par les changements climatiques sur les dangers naturels et les risques connexes partout au pays, et les conditions qui déterminent la vulnérabilité des personnes et des collectivités à ces risques. Pour les intervenants du domaine de la gestion des urgences, un danger découle de la conjonction de trois facteurs : la probabilité que des événements risquant d'avoir des effets sur une collectivité se produisent, la vulnérabilité de la population à ces effets, et les ressources dont la collectivité dispose pour composer avec ces effets. Nous examinons ici ces trois facteurs dans l'ordre indiqué pour tirer des conclusions sur l'état de préparation des Canadiens, sur les lacunes relatives aux connaissances et sur les recommandations relatives aux politiques. Comme les changements climatiques n'influent pas sur tous les types de dangers naturels (p. ex., les tremblements de terre), le présent chapitre se limite aux événements météorologiques et aux événements liés aux conditions météorologiques. Toutefois, certaines données et statistiques mentionnées dans le chapitre ont trait à tous les dangers et à toutes les catastrophes naturelles.

En règle générale, les événements météorologiques et les événements d'origine météorologique se rapportent à des conditions qui se définissent en termes de chaleur et de froid, d'humidité et de sécheresse, de régime des vents et de pression barométrique, ces conditions se combinant souvent pour provoquer, par exemple, des tempêtes de neige ou de verglas ou encore des inondations et des sécheresses. Ces conditions météorologiques engendrent ainsi des dangers connexes, notamment des glissements de terrain, des incendies de forêt, des avalanches, des ondes de tempête, et une fonte de la glace et du pergélisol (certains de ces dangers sont également des dangers géologiques). Un danger se définit comme étant la possibilité d'une interaction négative entre des événements extrêmes (d'origine naturelle ou technologique) et les segments vulnérables de la population. De nombreuses études scientifiques ont établi que les changements de température, de pression barométrique, d'humidité et d'autres déterminants du temps et du climat peuvent avoir une incidence sur la santé et le bien-être des humains.

Courtoisie de Canada Centre for Remote Sensing, NRCan

Glissement de terrain (Saguenay, 1996)

De nombreux dangers naturels peuvent influer sur la santé, mais on ne parle de catastrophes que lorsque certaines vulnérabilités existent (Etkin et coll., 2004). Partout dans le monde, les répercussions des catastrophes naturelles se sont multipliées de manière considérable : le nombre de catastrophes naturelles a été de 10 par année de 1900 à 1940, de 65 par année dans les années 1960, de 280 par année dans les années 1980 et de 470 par année depuis 2000 (Base de données internationale sur les catastrophes, 2007). Bien que cette augmentation soit en partie attribuable à l'amélioration des systèmes de déclaration des catastrophes, ce facteur ne peut, à lui seul, expliquer l'augmentation observée du nombre d'événements météorologiques extrêmes. La fréquence de ces événements et la vulnérabilité croissante des systèmes humains à ceux-ci expliquent également en bonne partie la hausse observée du nombre de catastrophes.

> Une catastrophe est une perturbation grave du fonctionnement d'une collectivité ou d'une société causant des pertes humaines, matérielles, économiques ou environnementales généralisées qui dépassent la capacité de la collectivité ou de la société touchée de faire face à la situation à l'aide de ses propres ressources. (Organisation des Nations Unies Stratégie internationale pour la prévention des catastrophes (ONU/SIPC), 2004).

Chapitre 3

Au Canada, les gens peuvent être touchés par des dangers naturels, quelle que soit la région qu'ils habitent, et ils ont intérêt à se préoccuper de la façon dont leur exposition à ces dangers risque de se transformer avec le temps en raison des changements climatiques. Sécurité publique Canada (SPC) (anciennement Sécurité publique et Protection civile Canada [SPPCC]) maintient une base de données sur les catastrophes survenues au pays depuis 1900 jusqu'à aujourd'hui. L'information contenue dans cette base de données sert à déterminer la fréquence actuelle et les tendances à long terme des événements d'une certaine ampleur, basées sur leurs coûts de même que les blessures et les décès qu'ils entraînent. Toutefois, ces dossiers ne contiennent pas de renseignements adéquats sur l'ampleur des effets sur la santé qui sont causés ou exacerbés par des dangers naturels et ils ne comprennent pas non plus d'estimations des coûts que le secteur de la santé doit absorber à cause de ces événements. Pour déterminer l'ampleur des effets sur la santé, les chercheurs ont eu recours à des exemples détaillés dérivés d'études de cas. Le présent chapitre souligne les effets sur la santé et les coûts associés à tout un éventail d'événements tirés de la base de données de SPPCC et d'études de cas canadiennes.

Durant les années 1990, au Canada, les catastrophes naturelles ont causé environ 170 décès et 1 000 blessures, et il y a eu au total plus de 700 000 sinistrés. Ceux-ci durent évacués leur résidence, subirent une perte de courant ou de leur logement. L'événement le plus grave à cet égard a été la tempête de verglas qui a frappé l'est du Canada en 1998 (SPPCC, 2005a). Bien que, au Canada, les décès attribués aux catastrophes naturelles aient diminué au cours des dernières décennies, le nombre de blessures et de sinistrés a augmenté.

À l'échelle mondiale, les événements d'origine météorologique représentent la majeure partie de l'ensemble des catastrophes naturelles, les inondations (33 %), les tempêtes (23 %, ce qui comprend les ouragans, les typhons, les tornades et les tempêtes d'hiver des latitudes moyennes) et les sécheresses (15 %) étant les principaux responsables à cet égard. La plupart des avalanches et de nombreux glissements de terrain sont également liés aux conditions météorologiques. Le *quatrième Rapport d'évaluation* du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) a confirmé que les événements météorologiques et hydrologiques susceptibles d'avoir une incidence sur la santé humaine devraient se multiplier dans l'avenir, peu importe les efforts déployés à court terme pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) (GIEC, 2007a). Les risques pour les Canadiens et les collectivités du Canada vont donc s'accroître, et on devra prendre des mesures concertées afin de prévoir et, dans la mesure du possible, de réduire les répercussions sur la santé.

Bien que les caractéristiques des événements météorologiques à titre individuel soient importantes pour l'évaluation des risques menaçant les gens et les collectivités, les conditions sociales et économiques existantes et les stratégies de gestion des urgences choisies pour faire face aux événements sont également des facteurs déterminants de l'ampleur possible des impacts. L'expérience vécue au Canada a révélé que les collectivités très résilientes se préparent et réagissent plus efficacement aux catastrophes, et que ces collectivités sont davantage en mesure de protéger les personnes les plus vulnérables (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004).

3.2 MÉTHODES ET LIMITES

Le présent chapitre passe en revue la documentation publiée au Canada et à l'échelle internationale afin d'évaluer les répercussions des dangers naturels sur la santé, l'étendue géographique de ces dangers au pays et les caractéristiques particulières qui rendent les Canadiens vulnérables aux effets des changements climatiques. À l'aide d'études de cas et d'exemples, les mesures d'adaptation actuelles qui visent à protéger les gens, les collectivités et les biens sont soulignées. Dans le but d'appuyer les efforts d'adaptation futurs, les lacunes sur le plan des connaissances sont recensées et les mesures nécessaires pour accroître l'aptitude à gérer les risques pour la santé ainsi que la résilience des Canadiens sont indiquées.

Le sujet abordé dans le présent chapitre dérive des recommandations formulées à la suite des consultations et des ateliers organisés respectivement par l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques (IPSC) et Santé Canada. Parmi les participants à ces rencontres figuraient des experts en matière d'urgences et des intervenants du milieu universitaire de même que des représentants des pouvoirs municipaux, provinciaux et fédéraux et d'organismes non gouvernementaux. Par ailleurs, on a organisé un atelier en 2003 afin de définir les principaux dangers naturels à aborder dans le présent chapitre. On a ainsi relevé les inondations, les vagues de chaleur, les vagues de froid, les incendies de forêt, les phénomènes convectifs ainsi que les tempêtes de neige et de verglas comme étant des dangers prioritaires en ce qui a trait aux effets sur la santé au Canada. Les participants à l'atelier ont également mentionné la nécessité d'examiner les répercussions psychosociales des catastrophes et des dangers naturels, l'efficacité des mesures de gestion des risques destinées à protéger les gens contre les risques actuels et futurs et l'aptitude à l'adaptation des institutions et des gens (Santé Canada, 2003).

Courtoisie de Communications New Brunswick, Govt. New Brunswick

Digue avec des sacs de sable

Des renseignements de base sur la répartition géographique des dangers naturels et sur les événements météorologiques extrêmes qui se produisent dans toutes les régions du pays sont présentés tout au long du chapitre, en plus des données sur les conséquences pour la santé tirées d'études de cas. L'analyse présentée dans ce chapitre se fonde sur des sources de données originales ainsi qu'un examen des publications et de la littérature grise pertinentes. Cet examen porte sur des publications scientifiques revues par des pairs ainsi que sur divers rapports techniques et gouvernementaux. Les termes suivants (en anglais seulement) ont fait l'objet de recherches : réchauffement de la planète, changements climatiques, froid, chaleur, dangers naturels, tempêtes, inondations, sécheresses, incendies de forêt, catastrophes et autres termes se rapportant aux catastrophes et aux dangers naturels au Canada qui peuvent être influencés par le climat et les conditions météorologiques. Parmi les sources particulièrement utiles, mentionnons les cartes de l'Atlas du Canada publié par Ressources naturelles Canada et des renseignements de la Base de données canadienne sur les désastres de Sécurité publique Canada. Cette base de données

renferme des renseignements sur les catastrophes liées aux conditions météorologiques qui ont eu lieu au Canada et qui constituent des événements importants sur le plan historique ou qui ont eu les conséquences suivantes :

- le décès de 10 personnes ou plus;
- au moins 100 personnes sinistrées, blessées, évacuées ou sans abri;
- un appel officiel demandant de l'aide à l'échelle nationale ou internationale; ou
- des dommages aux fonctions de la collectivité ou interruption de celles-ci au point où la collectivité n'arrive pas à se rétablir par elle-même.

La base de données est constamment mise à jour et, à l'heure actuelle, elle porte sur les années 1900 à 2005. Sauf indication contraire, la plupart des statistiques mentionnées dans le chapitre proviennent de cette base de données. Le Service météorologique du Canada a également fourni des renseignements importants. Ce service est le principal fournisseur de données météorologique et climatique au Canada. Il produit des prévisions, des avis, des cartes et d'autres renseignements en rapport avec les conditions météorologiques et le climat (Environnement Canada, 2007c).

En raison de contraintes de temps et d'espace, les sujets, régions géographiques et événements décrits par les graphiques, statistiques et études de cas retenus n'ont pas tous été traités avec la même exhaustivité. Pour de plus amples renseignements, reportez-vous aux nombreux documents mentionnés. En outre, vous trouverez au chapitre 6, Les effets des changements climatiques sur la santé au Québec, et au chapitre 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien, de l'information complémentaire sur certains dangers en rapport avec la santé des Canadiens vivant au Québec et dans le Nord. De plus, au chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada, on aborde plus en détail la prévision et la prévention des catastrophes naturelles liées aux changements climatiques ainsi que les moyens d'y faire face.

Courtoisie de British Columbia Ministry of Forests and Range

Feux de brousse en Colombie-Britannique, 2003

En outre, quelques études concernent les effets à long terme sur la santé et le rôle des services de santé dans le processus de rétablissement à la suite d'une catastrophe naturelle. Bien qu'on puisse s'attendre à ce que les processus de rétablissement influent sur la résilience des collectivités qui doivent affronter des catastrophes naturelles, peu d'études canadiennes se sont penchées sur les facteurs qui permettraient de recenser les cas de rétablissement efficace. Dans quelques rares cas, des journalistes et des photographes ont été témoins des expériences vécues par les victimes et les intervenants d'urgence pendant et peu après une catastrophe naturelle et ils ont produit des comptes rendus éloquents de ces situations (Anderson et coll., 2003). Toutefois, à ce jour, on dispose que de quelques rapports exhaustifs sur le rétablissement des quartiers ou des collectivités touchés par une catastrophe, et sur le degré de rétablissement. L'incendie de forêt qui a ravagé en août 2003 l'intérieur méridional de la Colombie-Britannique semble être la seule catastrophe ayant fait, à la demande des autorités sanitaires, l'objet d'un rapport public concernant l'efficacité des services médicaux d'urgence et les questions connexes (Lynch, 2004).

3.3 DANGERS NATURELS ET EFFETS SUR LA SANTÉ AU CANADA

3.3.1 Vue d'ensemble

Chaque région du Canada se distingue du point de vue de sa vulnérabilité aux conditions météorologiques extrêmes et aux dangers naturels liés à celles-ci. Ces prédispositions sont déterminées dans une grande mesure par les caractéristiques géographiques et géologiques particulières de la région. À titre d'exemple, mentionnons ce qu'on est convenu d'appeler les trajectoires de tempête et les « couloirs de tornade » du corridor des Grands Lacs et du Saint-Laurent, les versants de colline et les vallées fluviales instables des régions montagneuses, qui sont propices aux éboulements, aux coulées de boue et aux glissements de terrain, ainsi que les sécheresses importantes, dans le sud des Prairies, qui peuvent causer des tempêtes de poussière et des incendies de forêt. Certaines régions côtières sont vulnérables aux ondes de tempête et à la réduction des glaces maritimes qui protègent les côtes de l'érosion. De plus, de nombreux bassins fluviaux sont exposés aux inondations et à l'érosion.

On remarque qu'on ne dispose pas de suffisamment de données fiables et complètes sur les catastrophes et les événements liés aux conditions météorologiques au Canada (Etkin et coll., 2004). La Base de données canadienne sur les désastres constitue la plus vaste base de données canadienne sur les dangers naturels. Toutefois, on n'y consigne que les événements et les blessures, les décès et les pertes économiques qui en découlent répondant aux critères définis pour les catastrophes. Ainsi, de nombreux phénomènes météorologiques dangereux qui sont dignes de mention et qui sont examinés dans le présent chapitre (p. ex., le brouillard, les orages et les tempêtes de pluie, les vagues de chaleur) ne sont en général pas signalés dans cette base de données. Par conséquent, les statistiques figurant dans cette base de données sous-estiment le nombre total d'événements météorologiques ainsi que l'ampleur de leurs répercussions. Malgré ces limites, d'après les dossiers remontant à 1900, nous remarquons une tendance à la hausse marquée des catastrophes naturelles et des coûts associés, la différence d'une année à l'autre étant considérable. Le nombre total de Canadiens touchés par les catastrophes naturelles est passé de 79 066 entre 1984 et 1993 à 578 238 entre 1994 à 2003 (Santé Canada, 2005a). Une autre base de données, dont les critères d'inclusion des phénomènes sont différents de ceux de la Base de données canadienne sur les désastres, indiquait elle aussi que 51 % de toutes les catastrophes qui ont eu lieu au Canada étaient liées aux conditions météorologiques (Jones, 2003).

Figure 3.1 Catastrophes naturelles au Canada sur un siècle

	Années 1900 – 1960	Années 1970	Années 1980	Années 1990	2000 – 2002
Nombre estimé de catastrophes	160	92	114	151	29
Nombre estimé de décès*	3 010	114	283	179	18
Nombre estimé de personnes sinistrées*,†	162 462	25 477	50 285	712 625	154
Coût estimé des dommages ($ CAN)‡, §	4 882 milliards	9 712 milliards	17 617 milliards	13 710 milliards	0,203 milliards

Nota : Données compilées à l'aide des renseignements sur les catastrophes naturelles d'origine météorologique.

* Nous ne disposions pas de données sur la santé ou celles-ci n'ont pas pu être confirmées pour un certain nombre de catastrophes.

† Le nombre de personnes sinistrées correspond au nombre de blessés plus le nombre de personnes évacuées dans le cadre d'une catastrophe.

‡ Le coût des dommages causés par les catastrophes est exprimé en dollars canadiens de 1999 pour les catastrophes qui se sont produites de 1915 à 2002. Le coût total des dommages liés aux catastrophes est fondé sur les données sur les coûts de 76 des 160 catastrophes survenues entre 1900 et 1969 et sur les coûts de 324 des 388 catastrophes ayant eu lieu entre 1970 et 2002.

§ Les estimations des dommages sont prudentes et elles n'englobent que les coûts directs, à l'exclusion des coûts des éléments non assurés et les coûts indirects, comme les frais d'hospitalisation, qui sont difficiles à quantifier.

Source : SPPCC, 2005a.

Les répercussions des changements climatiques sur la santé humaine à l'échelle mondiale ont été examinées dans le cadre d'un projet parrainé conjointement par l'Organisation mondiale de la Santé (OMS), l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (McMichael et coll., 1996; McMichael, 2003). On a conclu que la fréquence et l'intensité des catastrophes d'origine météorologique peuvent augmenter à cause des changements climatiques, mais on signale que les effets secondaires et les conséquences à long terme de ces événements ne sont pas adéquatement documentés et répertoriés.

Les catastrophes d'origine météorologique constituent à divers égards une menace pour la vie, le bien-être et la santé (Santé Canada, 2003; IPSC, 2003) (tableau 3.1). Certains événements ont des répercussions directes et plus immédiates que d'autres. Par exemple, les inondations, les sécheresses, les tempêtes violentes et d'autres dangers naturels liés aux conditions météorologiques peuvent nuire à la santé en provoquant une augmentation des risques de blessure, de maladie, de troubles causés par le stress et de décès (Hales et coll., 2003). D'autres effets sur la santé sont moins directs et se révèlent à plus longue échéance, notamment ceux de la moisissure dans les bâtiments causée par les inondations, qui sont ressentis bien après le retrait des eaux (Solomon et coll., 2006). Encore d'autres répercussions peuvent ne se manifester que plusieurs semaines ou mois plus tard et perdurer pendant des années, comme dans le cas d'une sécheresse qui entraîne des difficultés économiques ayant des effets sur la santé.

Certes, les phénomènes spectaculaires comme les tornades et les inondations retiennent davantage l'attention des médias, mais les faits montrent que les changements de température et les autres variables météorologiques influent aussi sur la santé humaine. Il y a un lien entre certaines variables météorologiques et les admissions à l'hôpital pour le traitement des maladies respiratoires durant certaines périodes (Makie et coll., 2002; Hajat et coll., 2004), et la corrélation entre les paramètres météorologiques et les cas d'asthme et de syndrome asthmatique soignés dans les hôpitaux a été étudiée (Celenza et coll., 1996; Harju et coll., 1997; Ehara et coll., 2000).

Tableau 3.1 Principaux dangers naturels liés aux conditions météorologiques au Canada et leurs effets sur la santé

Événement météorologique extrême	Exemples : Voies des effets sur la santé	Exemples : Effets possibles sur la santé	Populations à risque
Chaleur extrême	• Température du corps au-dessus de la plage normale • Croissance accrue et abondance d'organismes ou de vecteurs causant des maladies • La qualité de l'air est touchée	• Déshydratation • Maladies liées à la chaleur (coup de chaleur, évanouissement, crampes de chaleur, érythème calorique) • Aggravation de problèmes médicaux existants, comme l'asthme et les allergies • Stress physique et mental • Troubles respiratoires et cardiovasculaires • Maladies d'origine alimentaire • Maladies infectieuses à transmission vectorielle	• Jeunes enfants • Personnes âgées (particulièrement celles qui sont alitées, incapables de prendre soin d'elles-mêmes ou isolées socialement) • Malades chroniques • Personnes dont l'état de santé est fragile • Personnes habitant des régions où la qualité de l'air est médiocre • Personnes qui travaillent ou font de l'exercice à l'extérieur • Personnes qui ne disposent pas d'un climatiseur • Personnes qui prennent certains médicaments

Événement météorologique extrême	Exemples : Voies des effets sur la santé	Exemples : Effets possibles sur la santé	Populations à risque
Froid extrême	• La température du corps chute sous la plage normale	• Gelure • Hypothermie • Mort • Risque accru de blessures causées par des accidents (déplacements en voiture, dérapage sur la glace, pelletage de neige)	• Personnes sans abri • Personnes qui jouent ou travaillent à l'extérieur • Enfants • Personnes âgées
Pluie ou chute de neige extrême	• Inondation et ses répercussions (par exemple, la piètre qualité de l'air à l'intérieur en raison du développement de moisissures) • Accroissement de la population de moustiques et d'autres porteurs de maladies • Contamination de l'eau potable par ruissellement de produits chimiques ou de déchets • Défaillance d'infrastructures essentielles (par exemple les égouts, les stations de traitement de l'eau) • Prolifération d'algues et autres changements dans l'écologie aquatique	• Blessures physiques, chocs et traumatismes • Noyades • Maladies respiratoires • Flambées de maladies infectieuses à transmission vectorielle • Éclosions de crytosporidiose, de giardiase, d'amibiase, de typhoïde et d'autres infections à transmission hydrique	• Enfants • Personnes âgées • Riverains • Malades chroniques • Personnes dont l'état de santé est fragile • Personnes immunodéficientes • Personnes sans abri ou dont le logement est inadéquat
Sécheresse extrême	• Pénuries d'eau • Récoltes déficitaires • Diminution de la qualité de l'eau • Incendies de forêt et feux de prairie • Pollution de l'air causée par la poussière et la fumée	• Maladies respiratoires causées par la poussière et la fumée d'incendie • Éclosions de maladies à transmission hydrique causées par une concentration accrue de contaminants • Famine, malnutrition et troubles du stress associés, causés par les récoltes déficitaires et les difficultés économiques • Blessures ou mort (cas extrêmes) • Stress causé par la perte de biens et des moyens de subsistance, le déplacement et la perturbation de la collectivité	• Personnes habitant des zones exposées à la sécheresse • Collectivités tributaires de l'agriculture • Personnes sans assurance • Personnes sans ressources (par exemple, financières et sociales)
Tempêtes violentes	• Vents violents • Fortes vagues et ondes de tempête • Inondation • Dommages aux biens • Dommages aux infrastructures essentielles (par exemple, les lignes électriques, les hôpitaux, les stations de traitement de l'eau) • Dommages aux biens personnels • Risque accru d'accidents de voiture	• Blessures physiques ou mort attribuables aux chutes, à l'effondrement d'immeubles, aux débris soufflés par le vent, aux incendies de maison, aux accidents de voiture, etc. (particulièrement les blessures à la tête, les fractures et les lacérations) • Hypothermie • Électrocution • Maladies d'origine alimentaire • Maladies respiratoires et asthme causés par le pollen et les spores • Noyades • Troubles du stress causés par la perte d'êtres chers, de biens et des moyens de subsistance	• Personnes habitant des régions sujettes aux tempêtes • Personnes habitant des basses régions côtières ou des régions exposées aux inondations • Personnes habitant des régions où la détérioration de l'environnement a créé des conditions dangereuses

Source : Adapté de Santé Canada, 2005a, 2005b.

Certains segments de la population sont plus vulnérables aux dangers naturels que d'autres[1]. Le degré de vulnérabilité des gens à ces dangers varie considérablement selon les régions du pays et il est notamment déterminé par l'endroit où vivent les personnes, leur âge et les conditions socio-économiques de la famille et de la collectivité, ainsi que par les services collectifs et les infrastructures en place. La recherche sur les incidences des dangers naturels sur la santé au Canada en est à ses débuts. Les liens entre les maladies et les dangers naturels sont difficiles à établir, et on doit faire appel à des méthodes et des analyses adéquates afin de déterminer les rapports de cause à effet. Cependant, les événements, les études de cas et les recherches internationales constituent des sources d'apprentissage, permettant de préciser les risques, les populations vulnérables et la façon de réduire les répercussions sur les personnes et les collectivités.

Dans les prochaines sections, nous passons en revue les nombreux dangers liés aux conditions météorologiques au Canada, qui sont présentés d'après leur importance quant au nombre de personnes exposées, et leurs effets connus sur la santé des Canadiens.

3.3.2 Températures extrêmes

Chaque année, de vastes régions du Canada connaissent des périodes où la température est très élevée (supérieure à 30 °C) ou très basse (inférieure à -15 °C), qui peuvent avoir des impacts directs et indirects sur la santé et le bien-être des humains. Partout au pays, les températures moyennes ont grimpé de 1,2 °C entre 1945 et 2006, et on prévoit que cette tendance se maintiendra (Environnement Canada, 2007e). La fréquence des événements extrêmes augmente de pair avec la hausse de la température moyenne (GIEC, 2007c). Ainsi, les températures dépassant un certain seuil, disons 30 °C, seront plus fréquentes, et les températures inférieures à un seuil de froid seront moins courantes.

Les profils de température varient considérablement selon les régions du pays. Ainsi, certaines régions (p. ex., le sud de l'Alberta) peuvent connaître pendant l'hiver des augmentations subites de la température, l'écart comblé en quelques minutes pouvant atteindre 27 °C. Ces hausses sont causées par le chinook, un vent chaud (Nkemdirim, 2007). Dans l'extrême Arctique, les températures peuvent varier de -55 à +22 °C pendant l'année (Environnement Canada, 2005c). Les températures sont en général différentes dans les collectivités urbaines et les collectivités rurales en raison de « l'effet d'îlot thermique urbain » observé dans les noyaux urbains (Oke, 1997; Lo et Quattrochi, 2003; Clean Air Partnership (CAP), 2004). Ainsi, dans les grandes zones urbaines, il fait moins froid en hiver mais, en été, les températures plus élevées risquent d'exacerber les effets des vagues de chaleur.

Les humains et les animaux peuvent s'acclimater à une plage de températures relativement étroite (zone de confort), mais ils peuvent souffrir d'une perte excessive de chaleur corporelle (hypothermie) ou d'une hausse excessive de la température du corps (hyperthermie) dans les cas de températures extrêmes, ce qui peut causer des maladies ou la mort (Campbell et Norman, 2000).

3.3.2.1 Vagues de chaleur

Une vague de chaleur (ou canicule) est une période pendant laquelle la température est anormalement élevée et inconfortable. Elle peut durer de plusieurs jours à plusieurs semaines et s'accompagner d'un taux d'humidité élevé et d'une pollution atmosphérique importante (American Meteorological Society, 2000). Certaines collectivités du Canada, particulièrement dans le corridor Québec-Windsor le long des lacs Érié et Ontario et du fleuve Saint-Laurent, dans certaines régions de la Colombie-Britannique, dans les Prairies et même dans les régions nordiques, peuvent être soumises à des périodes de températures élevées et pénibles ou inconfortables (Environnement Canada, 1999, Smoyer-Tomic et coll., 2003).

1 Voir la section 3.5, Vulnérabilité des personnes et des collectivités, pour plus de précisions sur les segments de population vulnérables.

D'après la Base de données canadienne sur les désastres, de 1900 à 2005, cinq vagues de chaleur importantes ayant causé de nombreux décès ont eu lieu au Canada. En 1936, la vague de chaleur la plus importante de cette période a frappé la majeure partie du pays : les températures, oscillant entre 32 et 44 °C, ont causé près de 1 180 décès, principalement des personnes âgées et des bébés. Environ 400 des victimes se sont noyées en tentant de se rafraîchir dans un cours d'eau, un fleuve, un lac ou la mer (Environnement Canada, 2005a). Quatre autres vagues de chaleur importantes se sont produites en 1912, 1953, 1963 et 1988 dans la région des Prairies ou dans le sud-est du Canada. Ensemble, ces vagues ont entraîné au moins 23 décès et 186 cas de maladie exigeant des soins médicaux (SPPCC, 2005a).

L'exposition prolongée à des températures ayant grimpé subitement au-dessus de 30 °C (c'est-à-dire une vague de chaleur), particulièrement si le taux d'humidité est élevé et si la pollution atmosphérique est importante, peut être particulièrement dangereuse pour les bébés, les personnes âgées et les gens dont la santé est fragile, surtout celles qui prennent certains médicaments (Havenith, 2005). Le danger est encore plus grand au début de la saison, alors que les gens ne sont pas encore habitués aux températures élevées (Havenith, 2005). Les problèmes de santé associés à la chaleur accablante s'aggravent si la chaleur se prolonge pendant de longues périodes (Bureau de santé publique de Toronto, 2007). Parmi les maladies liées à la chaleur, mentionnons les éruptions cutanées, les crampes, les évanouissements, l'épuisement et les coups de chaleur. La vulnérabilité particulière des personnes pauvres et des personnes âgées en milieu urbain au stress thermique a été clairement mise en évidence lors de la catastrophique vague de chaleur d'août 2003 en Europe, pendant laquelle on estime qu'environ 33 000 personnes, pour la plupart des personnes très âgées, sont décédées (Kosatsky, 2005). On peut prévenir les maladies causées par la chaleur en limitant l'exposition aux températures élevées à de courtes périodes et en se rendant dans des endroits frais afin d'abaisser la température du corps. Le fait de boire beaucoup de liquide pour maintenir une quantité adéquate de liquides organiques et d'éviter de boire des boissons alcoolisées ou contenant de la caféine contribue également à prévenir les maladies liées à la chaleur.

Une étude portant sur quatre villes canadiennes a révélé un nombre de décès annuels causés par la chaleur durant la période de 1954 à 2000 s'élevant à environ 120 personnes à Toronto, 121 à Montréal, 41 à Ottawa, et 37 à Windsor (Cheng et coll., 2005). À Toronto, de 1980 à 1996, les températures supérieures à une plage de 30 à 35 °C (d'après le facteur humidex) ont entraîné une hausse de la mortalité dans tous les groupes d'âge, et particulièrement parmi les personnes de plus de 64 ans. En 2005, six locataires de maisons de chambres et de pensions sont décédées en raison de la chaleur dans cette ville. On estime que les personnes dont le statut socio-économique est faible, y compris les sans-abri, courent un risque élevé de souffrir d'une maladie liée à la chaleur et même d'en mourir (Smoyer-Tomic et Rainham, 2001; McKeown, 2006).

Smoyer-Tomic et coll. (2003) ont passé en revue les dangers associés aux vagues de chaleur et leurs effets sur la santé partout au Canada; ils ont constaté que les températures estivales les plus élevées et les vagues de chaleur les plus fréquentes sont enregistrées dans les Prairies, dans le sud de l'Ontario et dans la vallée du Saint-Laurent, y compris à Montréal. Ils ont également estimé que les habitants de Montréal sont particulièrement vulnérables aux chaleurs accablantes, car cette ville compte une proportion élevée d'immeubles anciens comptant de nombreux logements et dépourvus de système de climatisation. En ce qui concerne le sud de l'Ontario, Smoyer et coll. (2000) ont établi que les populations du corridor Windsor-Toronto, particulièrement les personnes de plus de 64 ans, sont celles qui courent le risque le plus élevé de décès causé par la

chaleur en raison des fréquentes conditions de chaleur et d'humidité élevées en été. Lorsque la température est supérieure à 32 °C, c'est à Toronto, London et Hamilton que les décès liés à la chaleur sont les plus nombreux. Toutefois, même les régions urbaines situées près de montagnes et de plans d'eau importants (p. ex., Vancouver et ses banlieues) peuvent se comporter comme des îlots thermiques urbains (Roth et coll., 1989).

La recherche sur les îlots thermiques urbains au Canada a porté jusqu'à présent sur trois régions métropolitaines : Montréal, Toronto et Vancouver. En 2007, des programmes de recherche étaient en cours dans chacune de ces villes. À Montréal et à Vancouver, la recherche est menée par le réseau Environmental Prediction in Canadian Cities (EPiCC, s.d.). L'objectif est d'améliorer la sécurité, la santé et le bien-être des Canadiens grâce à une meilleure connaissance des climats urbains.

Le Clean Air Partnership, organisme non gouvernemental établi à Toronto, dispose depuis 2002 d'un programme de recherche permanent sur l'îlot thermique urbain (CAP, 2007). Cet organisme est à la tête de l'initiative « Cool Toronto », qui comprend notamment la conception de différents outils de sensibilisation du public (p. ex., site Web, feuillets d'information).

Plus récemment, le Centre canadien de télédétection (Ressources naturelles Canada) et le Clean Air Partnership ont lancé un projet de recherche sur plusieurs années, « Assessment of Urban Heat Island Impacts in the Greater Toronto Area Region » (Évaluation des impacts de l'îlot thermique urbain dans la région du Toronto métropolitain). Ce projet de recherche consiste à recueillir des données précises et à effectuer des modélisations afin de caractériser le microclimat créé par diverses utilisations du sol et différents types d'immeuble.

3.3.2.2 Vagues de froid

Une vague de froid est une baisse anormalement importante et rapide de la température qui peut être accompagnée de vents violents et de chutes de neige considérables, habituellement suivis de périodes prolongées de temps très froid. Ces phénomènes sont communs dans quelques régions du Canada; toutefois toutes les régions du pays peuvent être affectées. Pendant la période de 1900 à 2005, on a enregistré 9 catastrophes causées par des vagues de froid, ayant causé en tout 35 décès. (SPPCC, 2005a).

Toutefois, les statistiques sur la mortalité ne décrivent pas avec exactitude tous les effets des vagues de froid sur la santé. En effet, les personnes exposées au froid intense peuvent encourir des blessures telles les gelures et l'hypothermie. Le risque de blessures dues au froid est plus élevé en cas de vents violents, qui accélèrent la baisse de la température du corps. Par conséquent, Environnement Canada émet des avertissements météorologiques en cas de vague de froid, de vents violents et de refroidissement éolien important (Environnement Canada, 2003b; 2005b). En cas d'alerte au froid, les groupes vulnérables sont en général les gens habitant des logements de qualité inférieure à la normale, les personnes qui prennent part à des activités extérieures, les alcooliques, les sans-abri et les personnes âgées (Ranhoff, 2000).

Le stress dû au froid peut causer des infections virales et bactériennes et contribuer à la hausse de la mortalité au Canada pendant la saison froide (Trudeau, 1997). Lors d'une étude sur les blessures causées par le froid à Montréal, on a remarqué que la plupart des blessures et des décès attribuables aux températures extrêmes ont été provoqués par le froid (Koutsavlis et

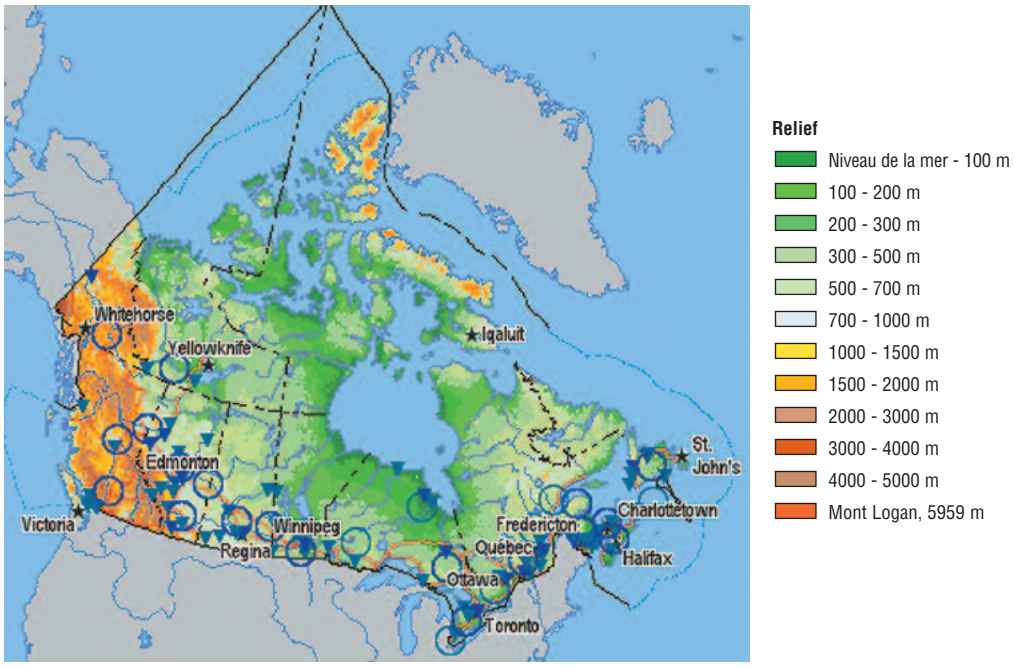
Kosatsky, 2003). Parmi les principaux déterminants des blessures dues au froid, citons le sexe masculin, l'intoxication à l'alcool, la maladie psychiatrique, l'âge avancé et l'itinérance. L'étude menée à Montréal est unique au Canada, les données sur les déterminants des blessures induites par la température ambiante dans d'autres villes étant insuffisantes (Koutsavlis et Kosatsky, 2003).

3.3.3 Inondations

Une inondation a lieu lorsque de l'eau envahit temporairement des terres normalement sèches, cela à cause de divers phénomènes comme les pluies abondantes associées aux ouragans ou aux orages, la fonte rapide de la neige ou de la glace, l'obstruction des cours d'eau, les ondes de tempête dans les régions côtières, les affaissements de terrain ou les ruptures de barrage. De grandes portions des régions habitées du Canada sont exposées aux inondations attribuables aux précipitations et au ruissellement supérieurs à la normale, à la fonte rapide de la neige et de la glace au printemps et à d'autres causes mentionnées dans l'Atlas du Canada (Etkin et coll., 2004).

Les inondations sont les catastrophes les plus fréquemment signalées au Canada (Tudor, 1997). De 1900 à 2005, au moins 170 inondations d'envergure ont eu lieu au Canada (SPPCC, 2005a), dont un bon nombre dans le sud de l'Ontario, dans le sud du Québec, au Nouveau-Brunswick et au Manitoba (figure 3.2). Ces inondations ont souvent été provoquées par le ruissellement de l'eau provenant de la fonte de la neige au printemps, s'accompagnant de pluies et de la formation d'embâcles dans les cours d'eau (Commission géologique du Canada, 2006; Atlas du Canada, 2007a).

Figure 3.2 Inondations d'envergure au Canada au 20e siècle



Nota : Les triangles indiquent les inondations qui ont eu des répercussions locales, et les cercles, celles d'envergure régionale.

Source : Atlas du Canada, 2007a.

Le nombre d'inondations le long des cours d'eau du Canada semble en hausse, 70 % des inondations du siècle passé ayant eu lieu après 1959. Cette situation peut être en partie attribuable à des épisodes de précipitations plus intenses, mais également à la croissance de la population, qui a entraîné l'étalement des zones de peuplement dans les plaines d'inondation vulnérables. L'amélioration des rapports au cours des dernières décennies peut également avoir favorisé l'augmentation du nombre de catastrophes naturelles répertoriées, dont les inondations (Brooks, 2006).

Il existe plusieurs types d'inondation importants, chacun ayant ses causes propres. La première catégorie est celle des crues éclair, qui sont causées par des tempêtes locales s'accompagnant de pluies abondantes qui saturent rapidement la terre, ce qui donne lieu à un ruissellement important et à un débit de pointe anormalement élevé des cours d'eau, particulièrement dans les régions montagneuses. Ces inondations surviennent habituellement le long des cours d'eau à débit rapide situés dans des vallées relativement étroites, et elles peuvent se produire si rapidement qu'on dispose de fort peu de temps pour s'y préparer. Les crues éclair sont en général de durée relativement courte et elles se produisent principalement pendant la saison des orages en été. L'écoulement rapide de l'eau peut causer une érosion considérable et ainsi miner les routes, les barrages, les digues et les ponts. À titre d'exemple, mentionnons les inondations de 1996 au Saguenay et de 2003 dans les Bois-Francs au Québec (RNCan, 2005a; Couture, 2006). Dans les villes, les crues éclair peuvent causer un refoulement des égouts dans les immeubles et l'inondation des passages inférieurs, des tunnels ou des routes express souterraines et couper l'alimentation électrique par les lignes de transport d'énergie ou stations de conversion vulnérables. C'est ce qui s'est produit en juillet 1987 à Montréal et dans ses environs, après des orages ayant laissé plus de 100 mm de pluie au sol. Ainsi, au moins 40 000 résidences et un centre de soins de santé ont été inondés, environ 350 000 résidences ont été privées d'électricité, et l'inondation d'une route express importante et d'autres routes a provoqué l'immobilisation et l'abandon de plus de 400 véhicules, dont bon nombre des occupants ont dû être secourus par les services d'urgence (Environnement Canada, 2005e).

Le second type d'inondation découle d'un dégel rapide faisant suite à une accumulation de neige et à la formation d'une couche de glace anormalement importantes au cours de l'hiver. Les inondations de ce genre ont en général lieu au printemps le long des grands bassins fluviaux plats présentant une pente douce. On enregistre alors un débit de pointe élevée, avec un lent déplacement de la masse d'eau. L'eau de la fonte qui s'écoule inonde de grandes régions qui demeurent habituellement inondées pendant une période prolongée en raison de l'évacuation lente des eaux. À titre d'exemple, mentionnons les cours d'eau de la région centrale des Prairies, qui traversent un terrain plutôt plat et mal drainé, comme le bassin de la rivière Rouge ainsi que celui de la rivière Assiniboine au Dakota du Nord, au Minnesota et au Manitoba (Brooks et coll., 2001; Environnement Canada, 2005d). Des conditions semblables prévalent dans la vallée de la rivière Saint-Jean au Nouveau-Brunswick, dans la vallée du haut Saint-Laurent et dans les deltas du fleuve Fraser et du fleuve Mackenzie (Environnement Canada, 2004b).

Courtoisie de Communications New Brunswick, Govt. New Brunswick

Inondations au Nouveau-Brunswick, 2005

Le troisième type d'inondation est causé par les ondes de tempête, lorsque des vents violents balayant des eaux libres projettent de hautes vagues sur la côte. Certaines régions côtières des Grands Lacs, ainsi que de la Nouvelle-Écosse, de l'Île-du-Prince-Édouard, du Nouveau-Brunswick et de Terre-Neuve-et-Labrador sont vulnérables aux ondes de tempête (Environnement Canada, 2004b).

Les répercussions des changements climatiques sur les régions côtières du Canada sont diverses : accélération de l'élévation du niveau de la mer, températures au sol plus élevées en hautes latitudes (et donc fonte plus importante du pergélisol dans le Nord), réduction de l'étendue de la glace de mer dans l'Arctique et les mers des latitudes moyennes comme

le golfe du Saint-Laurent (et donc augmentation de l'énergie des vagues) et changements de la circulation atmosphérique à grande échelle, causant un accroissement de la fréquence et de la gravité des tempêtes. Toutes ces incidences peuvent entraîner une hausse des risques d'inondation dans les régions côtières.

Le tableau 3.2 présente les répercussions des inondations sur la santé. Selon la littérature existante, les effets psychosociaux, moins tangibles, pourraient bien être les plus dommageables (Menne et coll., 1999; Hutton, 2005). Des études réalisées en Europe et aux États-Unis établissent une corrélation entre les inondations et l'augmentation consécutive de l'incidence de tout un éventail de troubles mentaux courants (p. ex., anxiété, dépression, syndrome de stress post-traumatique) qui peuvent durer des années dans certains cas (OMS, 2002; Hutton, 2005). On suppose que certains groupes vulnérables, par exemple, les enfants et les familles à faible revenu, sont plus exposés à de telles répercussions à long terme (OMS, 2002).

Tableau 3.2 Répercussions des inondations sur la santé

Effets directs

Causes	Problèmes de santé possibles
Débit des cours d'eau, caractéristiques topographiques, absence de préavis, survenue rapide de l'inondation, eaux de crue profondes, glissements de terrain, comportement à risque, eaux à débit rapide charriant des rochers et des débris d'arbres	Noyade, blessures
Contact avec l'eau	Maladies respiratoires, choc, hypothermie, arrêt cardiaque
Contact avec des eaux polluées	Infections des plaies, dermatite, conjonctivite, maladies gastro-instestinales, infections de l'oreille, du nez et de la gorge, maladies à transmission hydrique
Augmentation du stress physique et émotionnel	Vulnérabilité accrue aux perturbations psychosociales et aux accidents cardiovasculaires

Effets indirects

Causes	Problèmes de santé possibles
Approvisionnement en eau compromis, dommages au réseau d'égouts et d'évacuation des eaux usées, approvisionnement en eau potable insuffisant, approvisionnement en eau insuffisant pour le lavage	Infections à transmission hydrique (*Escherichia coli* entérogénique, *Shigella,* hépatite A, leptospirose, giardiase, campylobactériose, dermatite, conjonctivite)
Perturbation des systèmes de transport	Pénurie d'aliments, perturbation des interventions d'urgence
Bris de tuyaux souterrains, réservoirs de stockage emportés, débordement des sites de déchets toxiques, déversement de produits chimiques, rupture des réservoirs de stockage d'essence causant des incendies	Pollution chimique aiguë ou chronique
Eaux stagnantes, fortes pluies, multiplication des habitats propices aux vecteurs	Maladies à transmission vectorielle
Migration des rongeurs	Maladies transmises par les rongeurs
Perturbation des réseaux sociaux, perte de biens, d'emplois, de membres de la famille et d'amis	Perturbations psychosociales
Activités de nettoyage après les inondations	Électrocutions, blessures, lacérations, blessures cutanées
Destruction de produits alimentaires primaires	Pénurie d'aliments
Services de santé compromis, perturbation des activités « normales » des services de santé	Amenuisement des services « normaux » de santé, accès insuffisant aux soins médicaux

Source : Menne et coll., 1999.

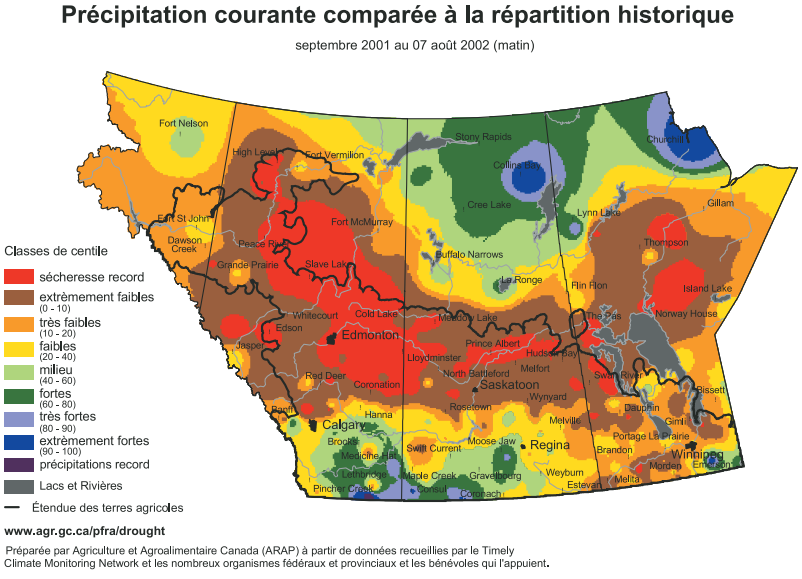
Malgré la fréquence des inondations au Canada, on dénote très peu de décès et relativement peu de blessures : on a enregistré annuellement moins d'un décès attribuable à ces phénomènes au cours du dernier siècle (SPPCC, 2007). Ce faible nombre peut s'expliquer par le fait que, lors de la plupart des inondations d'envergure, le niveau de l'eau a grimpé graduellement, ce qui a permis de prendre des mesures préventives et d'effectuer une évacuation en toute sécurité. Depuis 1900, plusieurs inondations à grande échelle ont entraîné l'évacuation de plus de 200 000 personnes, dont plus de la moitié lors de l'inondation par la rivière Rouge à Winnipeg en 1950 (SPPCC, 2005a). Les effets psychosociaux associés aux inondations, toutefois, peuvent être importants. Bien qu'une protection d'assurance commerciale soit offerte, le rétablissement des familles et des personnes sinistrées peut être pénible, car aucune assurance contre l'inondation des résidences n'est offerte au Canada (Etkin et coll., 2004).

La littérature concernant les effets des inondations sur la santé est limitée en raison de l'insuffisance des données et des indicateurs ainsi que du manque d'outils permettant l'évaluation des risques pour la santé et de la vulnérabilité (Hutton, 2005). L'évaluation des incidences des inondations à moyen et à long termes, particulièrement les répercussions psychologiques sur la santé et le bien-être des gens, doit faire l'objet de recherches plus importantes (Hutton, 2005).

3.3.4 Sécheresses

Une sécheresse est une période pendant laquelle les précipitations (principalement la pluie ou la neige) sont insuffisantes; l'approvisionnement en eau de surface et en eau souterraine devient alors trop faible pour combler les besoins de l'écosystème et des humains. Les sécheresses se produisent surtout dans les provinces des Prairies, où les précipitations annuelles moyennes à long terme sont en soi assez basses, soit de l'ordre d'environ 500 à 900 mm (King, 2007). De 1950 à 2000, le Canada a connu au moins 37 sécheresses importantes, dont environ les deux tiers ont eu lieu dans les provinces des Prairies (SPPCC, 2005a). La sécheresse grave ayant touché le plus récemment le Canada a sévi en 2001 – 2002 dans la majeure partie du sud du pays; les régions les plus atteintes ont été l'Alberta et la Saskatchewan. Cette sécheresse a également entraîné d'énormes pertes agricoles (cultures et élevage) dans d'autres régions (Wheaton et coll., 2005; Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2006, 2007).

Figure 3.3 Envergure de la sécheresse record dans l'Ouest du Canada en 2001 – 2002



Nota : Les zones ombrées (jaune, orange, brun et rouge) indiquent les endroits où le manque de précipitations est de plus en plus marqué.

Source : Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2006.

Bien qu'aucun décès n'ait été directement attribué aux sécheresses au Canada, les effets des pertes économiques et de la poussière peuvent avoir contribué à l'apparition de maladies et à une hausse des décès. Les sécheresses ont un effet particulièrement important sur les agriculteurs et les grands éleveurs du fait qu'elles réduisent considérablement le rendement des cultures et la production animale, ce qui entraîne des pertes économiques (Herrington et coll., 1997; Wheaton et coll., 2005). La sécheresse de 2001 – 2002 a causé la perte de plus de 41 000 emplois. De plus, les pertes économiques se sont élevées à 3,2 milliards de dollars, et le revenu agricole net de plusieurs provinces a été nul ou négatif pour la première fois en 25 ans (Wheaton et coll., 2005). Certaines des pertes économiques attribuables à la sécheresse dans la région des Prairies ont été en partie compensées par les paiements d'assurance-récolte, qui se sont chiffrés à environ 2,5 milliards de dollars pour l'Alberta et la Saskatchewan (Wheaton et coll., 2005).

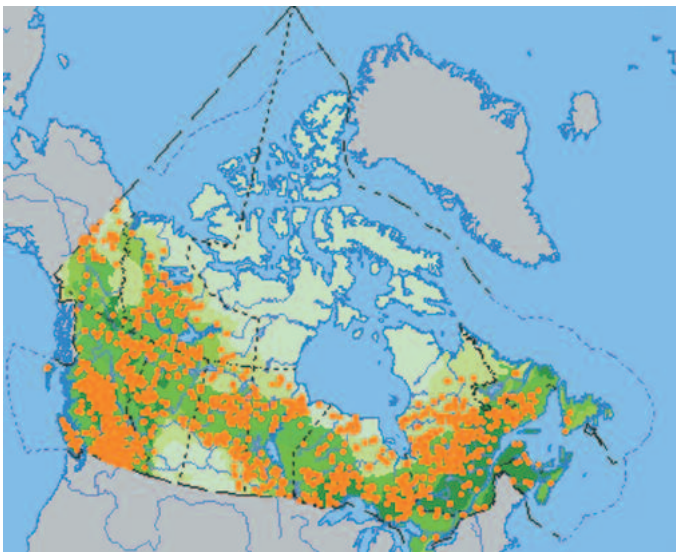
Le stress causé par les pressions financières découlant des sécheresses, s'ajoutant aux répercussions de la dégradation de l'environnement en raison des tempêtes de poussière et de la fumée des incendies de forêt, peut avoir de nombreuses incidences négatives sur la santé, notamment des maladies respiratoires, l'épuisement, la dépression et même le suicide (Walker et coll., 1986; Deary et coll., 1997; Malmberg et coll., 1997; Smoyer-Tomic et coll., 2004; Soskolne et coll., 2004). L'évaporation de l'eau de surface pendant les sécheresses fait baisser les niveaux de l'eau et augmente les concentrations de matières en suspension et dissoutes. Cette situation peut favoriser la prolifération d'algues toxiques (U.S. EPA, 1995). Pendant les sécheresses, certaines collectivités peuvent devoir réduire leur consommation d'eau. En outre, la production d'hydroélectricité est moindre, et les activités de loisirs et liées au tourisme sont limitées.

3.3.5 Incendies de forêt

Les incendies de forêt et autres feux de brousse sont étroitement associés aux sécheresses et aux orages. En effet, les sécheresses favorisent l'accumulation de matières végétales sèches qui se consument facilement et peuvent provoquer des feux de friches. Ces derniers peuvent se produire dans le gazon, la tourbe, les arbustes et les forêts, mais les incendies les plus importants et les plus tenaces se produisent dans les forêts, où la matière combustible est abondante. La foudre, pendant les orages, enflamme souvent les matières sèches, et elle est responsable de 35 % de tous les incendies de forêt (RNCan, 2004b, 2004c). En moyenne, chaque année, plus de 8 000 incendies de forêt se déclarent au Canada et consument de 0,7 à 7,6 millions d'hectares (figure 3.4). Bien que la très grande majorité de ces incendies se produisent loin des zones de peuplement humain, un nombre croissant de feux de brousse ont lieu à la « frontière » entre les milieux sauvages et les zones habitées en raison de l'étalement urbain, de la construction de résidences secondaires et d'établissements touristiques, et d'autres projets de développement économique qui empiètent sur les forêts et les terres riches en arbustes, arbres et autres végétaux.

En Colombie-Britannique seulement, plusieurs milliers de personnes, ainsi que des milliers de propriétés privées et commerciales, sont exposées à des incendies de ce type, lesquels deviendront sans doute plus fréquents (Bothwell, 2004; Filmon et coll., 2004; Lurie, 2004). Ce problème existe probablement dans d'autres régions du Canada, mais la situation à cet égard n'a pas fait l'objet d'une évaluation.

Figure 3.4 Incendies de forêt au Canada en 2005



Nota : les points oranges représentent les feux de forêt signalés.

Source : Atlas du Canada, 2005.

Au Canada, entre 1900 et 2005, 52 incendies de forêt importants à l'échelle nationale se sont produits dans l'ensemble des provinces et des territoires. La plupart de ces incendies sont survenus au Québec (8), en Ontario (16), en Saskatchewan (7) et en Colombie-Britannique (6) (SPPCC, 2005a). Depuis 1900, les incendies de forêt graves ont forcé l'évacuation d'au moins 44 collectivités et de plus de 155 000 de leurs résidents; en outre, ces incendies ont causé la mort d'au moins 366 personnes (RNCan, 2004c; SPPCC, 2005a). La plupart de ces décès sont survenus avant la mise en place, à partir de 1950, des réseaux de communication modernes ainsi que des équipes aéroportées de lutte contre les incendies de forêt, qui emploient des appareils comme les bombardiers à eau.

Pour les personnes qui sont directement exposées aux feux de friches, les incidences sur la santé peuvent être graves, notamment : hyperthermie, déshydratation, irritation des yeux et irritation des voies respiratoires pouvant entraîner une bronchite en raison de l'exposition à la fumée et aux cendres. En plus de l'épuisement physique et mental, notons que l'hypertension reliée au stress et le syndrome de stress post-traumatique peuvent être ressentis, particulièrement chez les pompiers et les autres membres des équipes d'urgence. Les gens dont le domicile est détruit par un incendie et les personnes évacuées pour des raisons de sécurité peuvent également être touchés par ces répercussions (Mackay, 2003).

En plus des décès immédiats, des blessures et de la perte de biens et de services de la collectivité, les incendies de forêts et les grands feux de brousse peuvent entraîner des difficultés économiques de longue durée pour les collectivités tributaires de l'industrie forestière. En outre, ces incendies peuvent avoir de lourdes conséquences sur la qualité de l'air. Les panaches de fumée de ces incendies contiennent une grande quantité de polluants atmosphériques toxiques, comme des aldéhydes, du benzo[a]pyrène, du monoxyde de carbone, des cétones, de l'oxyde de diazote, des acides organiques

Courtoisie de British Columbia Ministry of Forests and Range

Lillooet, Colombie-Britannique, 2004

et de l'ozone (Chepesiuk, 2001; Scala et coll., 2002; Sapkota et coll., 2005; Langford et coll., 2006). En juillet 2002, en raison de mouvements atmosphériques d'une ampleur inusitée, la fumée d'incendies de forêt importants ayant lieu près de la baie James, dans le nord du Québec, a formé des nuages de brume sèche dense qui ont dérivé vers la côte est, à une distance de plus de 1 000 kilomètres, sans véritablement se disperser. Sur son parcours, la fumée a altéré la qualité de l'air extérieur et intérieur et posé des risques pour la santé à court terme, mais significatifs, pour des millions d'habitants de Baltimore et d'autres grandes villes du nord-est des États-Unis (Scala et coll., 2002).

Les recherches sur les effets des feux de forêts ou de brousse sur la santé au Canada sont peu nombreuses, et les résultats obtenus, mitigés. Les constatations faites dans le cadre d'une étude canadienne sur les habitants des zones rurales du nord de la Saskatchewan n'étaient pas concluantes concernant la relation entre le taux d'hospitalisation et la fumée provenant de feux de brousse ou de feux de forêts (Langford et coll., 2006); par contre, dans une étude plus récente sur la santé et les répercussions économiques d'un grave incendie de forêt ayant touché Chisholm, en Alberta, on estimait que les coûts associés à la détérioration de la santé et du bien-être de la population affectée étaient de l'ordre de 9 à 12 millions de dollars. Seuls les coûts des pertes de l'industrie forestière étaient plus élevés. Cette estimation tenait compte des risques accrus de décès, des journées pendant lesquelles les activités étaient restreintes, des pertes de salaire et des symptômes respiratoires graves causés par la fumée des incendies (Rittmaster et coll., 2006).

3.3.6 Tempêtes et autres événements météorologiques extrêmes

3.3.6.1 Tornades

Une tornade est un tourbillon de vent violent et dévastateur caractérisé par un nuage en forme d'entonnoir qui s'étend des nuages d'orage jusqu'au sol. Les entonnoirs peuvent varier énormément par leur taille, leur vitesse de déplacement et la quantité de dommages qu'ils peuvent causer. Les tornades ont le plus souvent lieu dans le sud de l'Ontario et du Québec, dans le sud-est du Manitoba, dans le sud de la Saskatchewan et dans le sud et le centre de l'Alberta.

Tornade ayant touché Barrie (Ontario) en mai 1985

Une tornade exceptionnellement violente a frappé la ville de Barrie, en Ontario, le 31 mai 1985 en après-midi, tuant 12 personnes, en blessant 281 et détruisant et endommageant de nombreux immeubles. Les personnes décédées avaient subi des blessures graves et elles sont presque toutes mortes avant d'arriver à l'hôpital. Près de la moitié des blessés graves avaient été atteints à la tête ou au cou (49 %), et souffraient principalement de commotions et de blessures crâniennes; les blessures moins graves touchaient surtout les jambes et les bras. Des objets projetés de toutes parts, dont du verre brisé, ont causé une bonne partie des blessures.

Sur la trajectoire de la tornade se trouvaient 605 domiciles dont le toit ou les étages supérieurs ont été arrachés, les fenêtres, fracassées, ou les murs en briques démolis; certaines habitations ont été soulevées de leurs fondations et d'autres complètement détruites. Environ 200 de ces maisons ne pouvaient plus être habitées. De plus, 16 usines ont été détruites, et 400 personnes ont perdu leur emploi, du moins temporairement (Etkin et coll., 2002).

La Base de données canadienne sur les désastres recense 31 catastrophes causées par des tornades au Canada de 1912 à 2005 (SPPCC, 2005a). Une de ces catastrophes s'est produite en Nouvelle-Écosse, 7 au Québec (22 %), 13 en Ontario (42 %), 4 en Saskatchewan (13 %), 4 en Alberta (13 %) et 3 au Manitoba (10 %). Ces tornades ont entraîné 142 décès (soit une moyenne de 4,6 décès par tornade), en plus de laisser derrière elles 1 930 blessés (62 par tornade

en moyenne). Elles ont aussi contraint 6 500 personnes à évacuer les lieux. La tornade la plus dévastatrice qu'ait connu le Canada est survenue le 31 juillet 1987 à Edmonton, en Alberta. Après son passage, on déplorait 27 morts et 600 blessés, et environ 1 700 personnes ont dû être évacuées.

La plupart des tornades au Canada ne sont pas répertoriées dans la Base de données canadienne sur les désastres car elles ne causent pas de blessures ou de décès. La moyenne annuelle de tornade se chiffre à 16 chacune pour l'Alberta, la Saskatchewan et l'Ontario; à 9 pour le Manitoba; à 5 pour le Québec, et; à une chacune pour le Nouveau-Brunswick, la Nouvelle-Écosse et Terre-Neuve-et-Labrador. Le nombre annuel de tornades au Canada semble avoir grimpé entre 1950 et 2000, passant de moins de 10 à environ 40 par année, mais cette hausse peut être en partie attribuable à une distorsion des observations découlant de la croissance de la population, à l'amélioration des communications et à une couverture médiatique plus importante (Eisen, 2000). Si cette tendance était confirmée et si elle devait se maintenir, parallèlement à l'expansion des collectivités dans le sud du pays, le risque que posent les tornades pour la santé et le bien-être de la population canadienne irait en s'accroissant.

3.3.6.2 Pluie verglaçante et tempêtes de verglas

Durant les mois de décembre à avril, entre 1900 et 2000, six des sept principales tempêtes de verglas ont eu lieu dans l'est du Canada; l'autre tempête est survenue au Manitoba (SPPCC, 2005a). Parmi ces événements, la tempête de verglas qui a frappé le nord-est des États-Unis et l'est du Canada au début de janvier 1998 a causé les dommages les plus considérables, ainsi que le plus grand nombre de décès et de blessures. Les pannes de courant causées par l'effondrement de pylônes et de poteaux du réseau de transport d'électricité et les autres dommages à celui-ci ont eu des conséquences pour plus de 1,6 million de Canadiens; dans bien des cas, la situation ne s'est pas rétablie avant plusieurs semaines. Environ 2,6 millions de personnes ont été empêchées, complètement ou en partie, d'effectuer leur travail habituel. Les pertes économiques se sont élevées à 5,4 milliard de dollars. Des milliers de personnes ont été évacuées vers des refuges d'urgence. La tempête de verglas de 1998 a causé 28 décès au Canada, principalement en raison de blessures et de l'utilisation, à l'intérieur, d'appareils à flamme nue, de barbecues ou de chaufferettes au propane ou au kérosène, qui ont entraîné un empoisonnement au monoxyde de carbone ou des incendies. Seules quatre personnes sont mortes d'hypothermie. Cette catastrophe naturelle a été encore plus grave en raison du manque de préparation des pouvoirs publics, des sociétés de transmission d'énergie, des entreprises de télécommunication et des citoyens à un événement de cette ampleur et de cette durée (Lecomte et coll., 1998).

3.3.6.3 Orages et foudre

Un orage est un phénomène caractérisé par des vents violents accompagnés de foudre, de tonnerre et, souvent de pluie ou de grêle, ou encore de tornades. Les orages surviennent le plus souvent au printemps et en été (Environnement Canada, 1995). Les éclairs causés par les orages se produisent principalement dans les terres basses du sud du Canada. Depuis 1998, le Service météorologique du Canada exploite un réseau de détection de la foudre. Grâce à ce réseau, on a pu définir les « points chauds » de la foudre, et les alertes et avertissements de temps violent sont désormais plus précis. On peut également s'en servir pour déterminer les endroits où la foudre risque de provoquer des feux de brousse. Dans son site Internet, Environnement Canada produit des cartes montrant l'activité de la foudre au Canada, et diffuse des renseignements sur les précautions à prendre contre la foudre (Environnement Canada, 2003a, 2003e, 2007b).

Au Canada, chaque année, la foudre tue en moyenne de 6 à 10 personnes, et en blesse de 90 à 160 (Environnement Canada, 2003d; IPSC, 2007). Les jeunes personnes en santé qui ont été foudroyées et ont survécu souffrent en général de dommages débilitants à long terme au système nerveux (Cooper, 1998). Toutefois, en raison du nombre réduit d'études des dossiers médicaux décrivant les blessures et les décès liés à la foudre, et du fait que les médias sont responsables de la publication de bon nombre des cas répertoriés, il est probable que le nombre

de personnes foudroyées au Canada est sous-estimé. Au cours des 100 dernières années, le taux de décès et de blessures causés par la foudre a chuté considérablement, malgré une augmentation importante de la population. Cette situation est probablement attribuable à l'amélioration des systèmes de paratonnerre des immeubles, à la concentration d'une bonne partie de la population dans les villes, où la protection des immeubles s'est accrue davantage que dans les zones rurales, à une plus grande sensibilisation des gens, à un comportement plus prudent et à l'amélioration des prévisions météorologiques (Aulich et coll., 2001).

3.3.6.4 Ouragans et tempêtes connexes

Un ouragan (tempête tropicale ou cyclone) se caractérise par des vents violents (dont la vitesse est de 120 km/h et plus) accompagnés de pluies abondantes et de foudre et qui, souvent, dessinent au départ une spirale. Les ouragans naissent en général au-dessus des eaux chaudes du sud de l'Atlantique ou des Caraïbes et ils se déplacent vers le Canada selon une trajectoire de tempête qui suit normalement la côte est ou traverse l'est des États-Unis. Ils touchent le Canada à intervalles relativement courts : en effet, trois ou quatre tempêtes tropicales ou ouragans menacent le Canada ou ses eaux territoriales chaque année (Environnement Canada, 2004a). La fréquence des ouragans violents pourrait augmenter en raison des changements climatiques (GIEC, 2007d).

En 1985, le Service météorologique du Canada (Environnement Canada) a mis sur pied le Centre canadien de prévision d'ouragan (CCPO) à Halifax, en Nouvelle-Écosse. Le CCPO avise les Canadiens des menaces d'ouragans ou de tempêtes tropicales, afin qu'ils puissent prendre les mesures qui s'imposent pour protéger leur santé et leurs biens.

De 1950 à 1999, l'Ontario, le Québec, la région Atlantique et la Colombie-Britannique ont connu 18 catastrophes découlant de cyclones tropicaux (typhons et ouragans) qui ont entraînés des dommages importants et causés 137 décès. Durant cette même période au Canada, 145 catastrophes liées à d'autres types de tempête étaient enregistrées causant la mort de 499 personnes. Les accidents marins causés par des tempêtes sont responsables d'un bon nombre de ces décès. Entre autres, le naufrage du « Edmund Fitzgerald » dans le Lac Supérieur en 1975 qui a entraîné la mort de 29 personnes et le blizzard de 1982 sur la côte de Terre-Neuve qui causa la mort de 117 personnes lorsque une installation de forage pétrolier et un navire océanique sombrèrent (SPPCC, 2005a).

Les deux tempêtes tropicales qui ont sans doute eu le plus de conséquences au Canada au cours des 100 dernières années sont l'ouragan Hazel, qui a frappé l'Ontario et le Québec en août 1954, et l'ouragan Juan, qui a traversé la Nouvelle-Écosse à la fin de septembre 2003. À lui seul, l'ouragan Hazel a causé 81 décès et plus de 7 400 évacuations.

Courtoisie de Peter Young

Dommages causés par l'ouragan Juan, 2003

Le plus grand nombre de décès est causé par les catastrophes secondaires déclenchées par les ouragans, comme les petites tornades, les crues éclair et les ondes de tempête. Par le passé, aux États-Unis, les neuf dixièmes des décès attribuables aux ouragans étaient directement reliés à l'onde de tempête ayant succédé à ces derniers (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 2005). Les personnes qui se trouvent sur la trajectoire de la tempête sous-estiment pratiquement toujours la capacité d'un ouragan à provoquer des inondations sur les côtes, et bien des gens sont ainsi pris au dépourvu lorsque le phénomène frappe.

Les vents représentent le deuxième aspect le plus mortel des ouragans. En effet, ils sont souvent responsables de dommages aux biens, y compris l'effondrement de maisons et d'autres structures. Les lésions par écrasement causées par l'effondrement de structures, comme dans le cas d'un

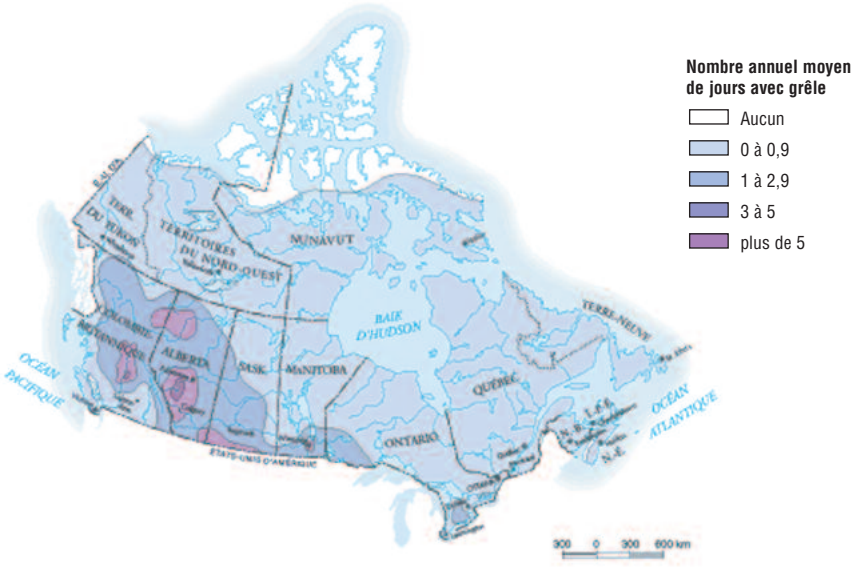
tremblement de terre, sont fréquentes pendant les fortes tempêtes ou dans les régions où les constructions sont de piètre qualité. Les fenêtres fracassées et les portes défoncées par la projection d'objets ou par la pression du vent sont les précurseurs habituels de dommages importants aux immeubles, et peuvent également causer des blessures (OMS, 1989).

À l'instar d'autres catastrophes naturelles, les ouragans ont en général des répercussions moins tangibles, à plus long terme. Très peu de recherches ont été réalisées au Canada à ce sujet. Aux lendemains de l'ouragan Andrew qui a frappé le nord-ouest des Bahamas et le sud de la Floride en 1992, 30 % des intervenants d'urgence dans les régions les plus touchées ont déclaré souffrir d'une dépression majeure, et 20 % ont signalé être atteints de troubles d'anxiété (David et coll., 1996). Parker (1977) et Hutton (2005), dans une étude sur le cyclone Tracy, qui a détruit en 1974 la ville de Darwin, en Australie, ont conclu que le stress découlant de l'événement peut être qualifié de « stress de mortalité » à court terme (crainte de blessure ou de mort) et, à plus long terme, de « stress de réinstallation » lié à la perte de biens, des réseaux de soutien et des habitudes d'interaction. Le cyclone Tracy a tué 30 personnes et a causé l'hospitalisation de 100 autres. L'une des conclusions de la recherche était que la capacité des gens à récupérer à la suite de chocs psychologiques dépend des déterminants de base de la santé (Hutton, 2005).

3.3.6.5 Tempêtes de grêle

La grêle se définit comme la chute de granules de glace, habituellement d'une taille supérieure à 5 mm, produites pendant les orages. En des rares occasions, les granules peuvent atteindre la taille d'une orange ou d'un pamplemousse. Au Canada, les tempêtes de grêle graves sont les plus fréquentes dans le sud et le nord-ouest de l'Alberta, dans l'intérieur sud-ouest de la Colombie-Britannique, dans le sud de la Saskatchewan et, moins fréquemment, dans le sud de l'Ontario et du Québec, particulièrement dans la vallée du Saint-Laurent (figure 3.5).

Figure 3.5 Fréquence moyenne des tempêtes de grêle dans différentes régions du Canada



Source : SPPCC, 2005b.

Des 25 tempêtes de grêle répertoriées dans la Base de données canadienne sur les désastres entre 1985 et 1998, 21 (soit 70 %) ont eu lieu dans les provinces des Prairies. Elles ont causé des dommages atteignant 1,95 milliard de dollars, en destruction de cultures et en dommages aux véhicules, aux immeubles et à d'autres biens. Calgary a été la ville la plus fréquemment et la

plus gravement touchée pendant cette période avec huit tempêtes de grêle importantes, ayant entraîné au total des dommages de plus de 1,4 milliard de dollars (SPPCC, 2005b). Les renseignements sur les tempêtes de grêle qui figurent dans la Base de données canadienne sur les désastres (SPPCC, 2005a) indiquent que ces phénomènes ont été responsables de sept décès, mais d'aucune blessure depuis 1900.

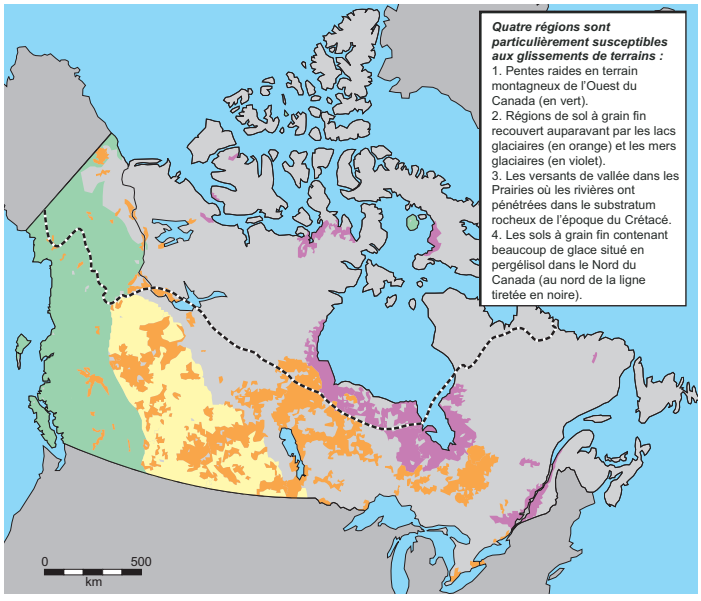
3.3.7 Avalanches, éboulements, coulées de boue, glissements de terrain et coulées de débris

Le réchauffement du climat entraîne un accroissement du taux d'évaporation, du transport atmosphérique et des précipitations (pluie et neige). Les régions montagneuses connaissent de fortes pluies et des chutes de neige abondantes, et on peut également y enregistrer une fonte des glaciers, des champs de neige et du pergélisol. Par conséquent, le risque d'avalanches et de ruissellement excessif pouvant provoquer des éboulements, des coulées de boue, des glissements de terrain ou des coulées de débris augmentera sans doute dans ces régions en raison des changements climatiques.

Au Canada, les régions montagneuses à pentes abruptes, qui connaissent des précipitations abondantes, se trouvent dans les montagnes Rocheuses en Colombie-Britannique, en Alberta et au Yukon, ainsi que dans le nord-est du Québec, au Labrador ainsi qu'en bordure des Grands Lacs, du Saint-Laurent et de l'Atlantique (Evans et coll., 2002; Atlas du Canada, 2007b). Les caractéristiques géographiques de ces régions favorisent une abondance de précipitations qui, en hiver, peuvent causer des avalanches. De plus, l'infiltration de l'eau de pluie et de l'eau de fonte dans le sol, le sous-sol et les rochers crée des couches instables très propices aux glissements de terrain, aux coulées de boue, aux éboulements et aux coulées de débris.

Les corridors de transport et de communication le long des vallées fluviales des montagnes Rocheuses, qui sont également vitaux pour les collectivités qui en dépendent, sont exposés à des risques élevés d'avalanches, de glissements de terrain, d'éboulements et de coulées de boue catastrophiques. Ces risques peuvent être accrus par l'accroissement des précipitations causé par un réchauffement du climat (Miles & Associates Ltd., 2001; Evans et coll., 2002).

Figure 3.6 Régions du Canada où l'on trouve des roches sédimentaires instables ou des dépôts d'argile propices aux éboulements, aux coulées de débris ou aux glissements de terrain



Source : J. Aylsworth, Ressources naturelles Canada

Dans les basses terres de la rivière de la Paix, en Alberta, des dépôts sédimentaires instables de l'époque glaciaire favorisent la survenue de glissements de terrain importants qui, par le passé, ont perturbé des routes et obstrué partiellement des cours d'eau (Cruden et coll., 2000). Dans le sud de la Saskatchewan, les cours d'eau se sont frayé un chemin à travers d'épais dépôts de limon et d'argile vulnérables à l'érosion et aux glissements de terrain, qui ont formé des vallées aux pentes abruptes et instables. Les épais sédiments de gravier, d'argile, de sable et de limon provenant des anciens glaciers et des énormes lacs qui se trouvaient dans la région des Prairies à la fin de la dernière époque glaciaire sont propices à l'érosion des cours d'eau et aux glissements de terrain, lesquels menacent certaines parties des villes de Calgary et de Saskatoon (RNCan 2005b, 2006a, 2006b). Dans l'est du Canada, les dépôts d'argile à Leda et de limon de l'ancienne mer Champlain, dont l'épaisseur atteint 70 mètres à certains endroits, présentent des risques élevés d'effondrement et de coulées de boue d'envergure après les épisodes de fortes précipitations (Hugenholtz et Lacelle, 2004).

De 1900 à 2005, on a observé au moins 38 éboulements, coulées de boue, coulées de débris ou glissements de terrain importants (principalement en Colombie-Britannique, mais également en Alberta, au Québec et à Terre-Neuve-et-Labrador) qui ont tué 371 personnes, en ont blessé 56, et ont entraîné l'évacuation de plus de 2 230 personnes. Des événements de la sorte ont en outre causé d'importants dommages économiques (SPPCC, 2005c; RNCan, 2007). La moyenne à long terme d'éboulements ou de glissements de terrain importants au Canada est de 1 par 3,7 ans. Les éboulements et les glissements de terrain dans l'ouest du pays ainsi que les glissements de terrain (argile à Leda) dans l'est du Canada ont été les plus dévastateurs à ce chapitre et, ensemble, ils sont responsables de près de la moitié des décès causés par ce type de catastrophes (Evans, 2001). Ces événements sont particulièrement inquiétants lorsqu'ils se produisent le long de cours d'eau, car ils peuvent alors provoquer des obstructions ou des inondations, ou encore le long de routes, de voies ferrées, de lignes de transport d'électricité ou de gazoducs, car ils peuvent dans ce cas interrompre l'approvisionnement en énergie et les communications essentielles; lorsqu'ils frappent des collectivités, ils peuvent causer des blessures et des décès.

Avalanche à Kangiqsualujjuaq, près de la baie d'Ungava

Le Premier de l'an 1999, une avalanche a frappé Kangiqsualujjuaq, une collectivité inuite de la région de la baie d'Ungava, dans le nord-est du Québec; elle a touché une école où les membres de la collectivité s'étaient réunis pour une fête ainsi que six autres bâtiments. L'avalanche s'est produite sur une pente prononcée, dans une région qui connaît souvent de fortes chutes de neige. Bilan : 9 morts, dont 5 enfants de moins de 8 ans, et 25 blessés. L'avalanche a également exposé les 400 à 500 enfants et adultes qui se trouvaient dans le gymnase de l'école à des vents de 100 km/h et à des températures de -20 °C. Il a fallu transporter les blessés graves malgré le temps très froid et les forts vents, sur des motoneiges et à bord d'un camion à plate-forme ouverte, sur 300 kilomètres, jusqu'à l'hôpital le plus près. Le mauvais temps a empêché les équipes médicales de se rendre immédiatement sur les lieux : elles ne sont arrivées dans la collectivité que neuf heures après avoir été avisées de la catastrophe.

3.3.8 Brouillard, smog et brume

La réduction de la visibilité causée par le brouillard dense sur les voies de transport aériennes, maritimes et terrestres est un danger naturel courant au Canada, particulièrement pendant les saisons de transition (automne et printemps). La faible visibilité attribuable à la brume, au smog ou au brouillard a été l'une des principales causes de plusieurs accidents de la route impliquant de nombreux véhicules au cours de la dernière décennie. En moyenne, on a déploré de 40 à 80 accidents mortels de la route chaque année au Canada entre 1988 et 2000 provoqués par des conditions de brouillard. Ces conditions météorologiques sont en partie responsables de trois fois plus de décès que la pluie verglaçante. Toutefois, le manque d'attention des conducteurs, l'encombrement des routes, la vitesse élevée, le nombre accru de camions et d'autres facteurs contribuent en général aux accidents de cette nature (Whiffen et coll., 2004).

3.4 MANIFESTATIONS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET RÉPERCUSSIONS SUR LES DANGERS NATURELS AU CANADA

3.4.1 Manifestations des changements climatiques

Au cours des 25 dernières années, les efforts nationaux et internationaux visant à évaluer les causes et la progression des changements climatiques de même que ses répercussions sur l'environnement et sur la santé publique ont été nombreux. Les rapports d'évaluation périodiques du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) sont les plus complets à cet égard. Le *quatrième Rapport d'évaluation* concluait que le réchauffement du système climatique est sans équivoque, et que la majeure partie du réchauffement observé au cours des 100 dernières années est fort probablement attribuable à la hausse observée des émissions de GES, le dioxyde de carbone par exemple, principalement causé par l'activité humain (GIEC, 2007c). Ce réchauffement se traduit par l'augmentation des températures mondiales moyennes de l'air et des océans, par l'élévation du niveau de la mer et par le recul des glaciers (GIEC, 2007c). De nombreuses modifications à long terme des variables du climat ont été observées, y compris des changements dans les quantités de précipitations, la salinité des océans, le régime des vents et les épisodes de conditions météorologiques extrêmes, comme les sécheresses, les précipitations fortes, les vagues de chaleur et l'intensité des cyclones tropicaux (GIEC, 2007c).

Ces variables du climat sont des indicateurs importants pour l'évaluation des risques associés aux dangers naturels décrits précédemment, comme les tempêtes, les inondations et les glissements de terrain. En se servant des enregistrements historiques afin de définir les tendances, les chercheurs peuvent, à l'aide de modèles évolués, effectuer des prévisions plus exactes du climat futur. D'après le GIEC (2007c), il est pratiquement assuré qu'on observera, dans presque tout le monde, d'autres augmentations des températures moyennes et extrêmes et que l'augmentation des températures moyennes va provoquer une hausse de l'évaporation de l'eau de surface et des précipitations et, par conséquences, des cas de conditions météorologiques violentes.

Le GIEC émet des jugements sur les estimations du degré de confiance se fondant sur la documentation scientifique existante[2]. Le tableau 3.3 contient des renseignements sur les tendances récentes et les prévisions concernant les événements météorologiques extrêmes pour lesquels on a enregistré une tendance au cours de la fin du 20e siècle.

2 Les jugements se fondent sur l'échelle suivante : pratiquement certain (> 99 % de probabilité) que le résultat est exact; très probable (de 90 à < 99 % de probabilité); probable (de 66 à < 90 % de probabilité); moyennement probable (de 33 à < 66 % de probabilité); peu probable (de 10 à < 33 % de probabilité); très peu probable (de 1 à < 10 % de probabilité); extrêmement peu probable (< 1 % de probabilité).

Tableau 3.3 Tendances récentes et prévisions concernant les événements météorologiques extrêmes pour lesquels on a enregistré une tendance au cours de la fin du 20e siècle

Phénomènes et orientation des tendances	Probabilité de l'existence de cette tendance à la fin du 20e siècle (surtout après 1960)	Probabilité des tendances futures basées sur des scénarios de projections RSSE pour le 21e siècle
Plus de journées et de nuits chaudes et moins de froides dans la plupart des terres	Très probable	Pratiquement certain
Plus de journées et de nuits chaudes dans la plupart des terres	Très probable	Pratiquement certain
Vagues de chaleur. Fréquence accrue dans la plupart des terres	Probable	Très probable
Fortes précipitations. Fréquence (ou proportion de fortes pluies par rapport au total des précipitations) accrue dans la plupart des régions	Probable	Très probable
Régions affectées par l'extension de la sécheresse	Probable dans maintes régions depuis les années 1970	Probable
Forte augmentation de l'activité cyclonique tropicale	Probable dans quelques régions depuis les années 1970	Probable
Augmentation des périodes de niveau de mer extrêmement élevé (hors tsunamis)	Probable	Probable

Source : Adapté de GIEC, 2007c.

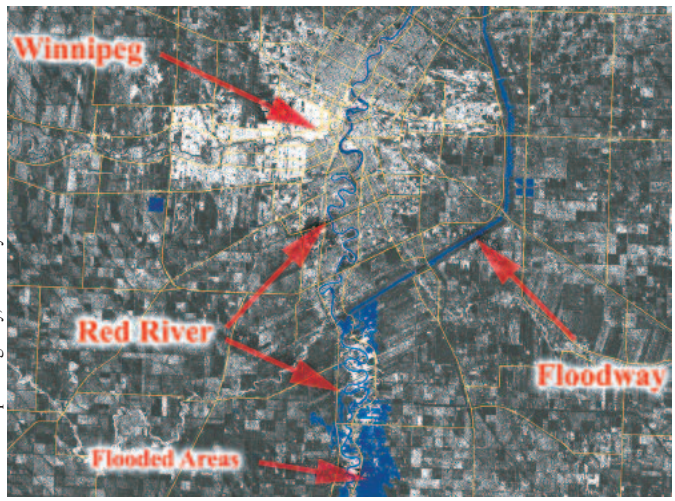
Bilan 2007 des changements climatiques: Les bases scientifiques physiques, Résumé à l'intention des décideurs (Tableau RID.2, page 8)

3.4.2 Climat futur au Canada et risques de dangers naturels

Au cours des 50 dernières années, la température moyenne, au Canada, a augmenté de 1,2 °C. Toutefois, cette hausse de la température moyenne cache d'importantes variations régionales. En effet, c'est au Yukon et dans les Territoires du Nord-Ouest que l'on enregistre le réchauffement le plus important. Le nombre de précipitation qui se déverse sous forme de précipitations fortes a augmenté à travers le Canada. Au Canada, tous les pouvoirs publics, les entreprises et le public admettent que les changements climatiques vont accroître le risque que certains dangers naturels surviennent.

Bien que le GIEC produise des projections des tendances à l'échelle continentale, son analyse de la documentation scientifique ne constitue pas des prévisions : en effet, elle ne permet pas de prédire à quel endroit et à quel moment certains de ces événements vont se produire, ou encore leur intensité. Elle pointe toutefois les éléments de risque qui exigent des recherches approfondies, et où mettre en place des mesures pour protéger la santé des Canadiens.

On a fait appel à la modélisation du climat régional, en combinaison avec des outils techniques comme les prévisions des modifications de la population, les renseignements sur la vulnérabilité fournis par les systèmes d'information géographique et les images et bases de données photographiques ou satellitaires, pour déterminer les endroits où la population humaine risque d'être exposée à des dangers naturels, plus particulièrement aux dangers naturels aggravés par les changements climatiques. Ces modèles révèlent en général que, aux États-Unis et au Canada, les vagues de chaleur et les fortes précipitations vont sans doute devenir plus courantes

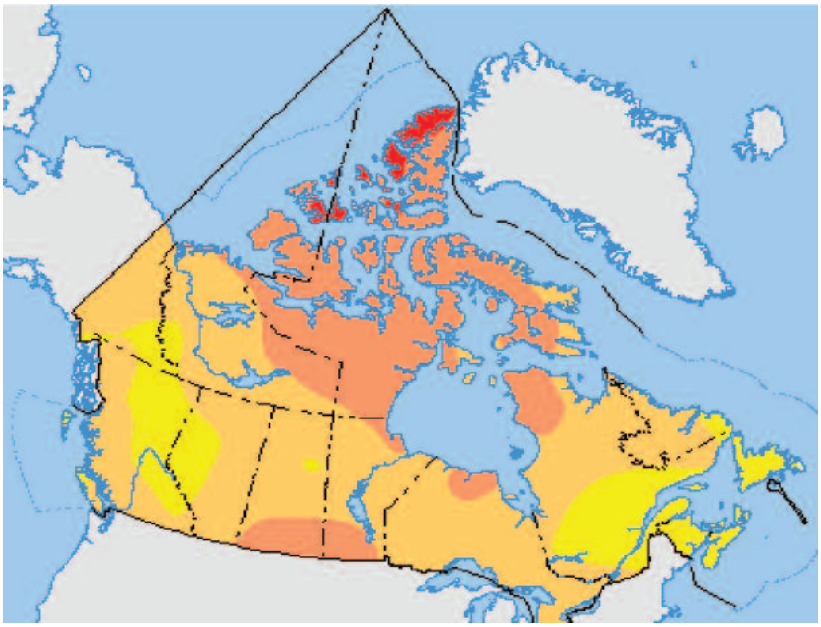


Courtoisie de RADARSAT-1 (c) 2006
Canadian Space Agency, Courtesy NRCan/ESS/CCRS

au cours du siècle (Easterling et coll., 2000; GIEC, 2007d). Au Canada, les chercheurs peuvent consulter certaines données régionales provenant du modèle régional canadien du climat du Centre canadien de modélisation et d'analyse du climat d'Environnement Canada. Le consortium Ouranos offre un soutien à la mise au point de ce modèle et il s'est servi de scénarios se fondant sur les modèles régionaux du climat pour l'analyse des répercussions des changements climatiques. Par exemple, en raison de la nécessité croissante de planifier la réponse des organismes publics aux effets des changements climatiques, Vescovi et coll. (2005) ont évalué l'incidence éventuelle de la chaleur accablante sur les collectivités du sud du Québec. Pour cela, ils ont intégré des variables du climat et des paramètres socio-économiques en utilisant un système d'information géographique pour cartographier les estimations de risques actuels et futurs (Vescovi et coll., 2005).

La figure 3.7 présente un scénario projeté de l'évolution des températures annuelles moyennes dans différentes régions du pays entre 2040 et 2060. Toutefois, on note que les incertitudes rattachées aux projections sont plus importantes lorsqu'on établit des projections concernant ce qui risque de se produire dans plusieurs décennies que lorsqu'on modélise les quelques années à venir.

Figure 3.7 Hausses prévues des températures annuelles moyennes dans différentes régions du Canada (de 2040 à 2060)



Nota : Hausses prévues par rapport aux températures annuelles moyennes de 1961 à 1990, d'après le modèle couplé du climat du globe élaboré par Environnement Canada. Jaune : jusqu'à 3 °C; orange clair : de 3 à 4 °C; orange foncé : de 4 à 5 °C; rouge : de 5 à 6 °C.

Source : Atlas du Canada, 2003.

Les changements climatiques et les événements météorologiques qui s'accentuent lentement avec le temps peuvent également générer indirectement des dangers naturels ou les aggraver. Par exemple, ils peuvent modifier les éléments géographiques ou la structure géologique évolutives du paysage (c'est-à-dire sa géomorphologie), ou contribuer à la modification des éléments biologiques des écosystèmes. Ces dangers peuvent n'apparaître qu'une fois que les changements graduels du climat ou des conditions météorologiques dépassent un certain seuil critique et déclenchent ainsi une catastrophe dans une collectivité vulnérable. Par exemple, le réchauffement du climat dans les régions montagneuses peut entraîner un écoulement d'eau de glacier ou un dégel du pergélisol, et ainsi déstabiliser les sols en pente et causer des glissements de terrain. Dans les forêts boréales de Colombie-Britannique, le réchauffement du climat entraîne une réduction du taux de mortalité hivernal des scolytes, et provoque une explosion des populations de coléoptères conduisant à la destruction de pans entiers de forêts par ces insectes ou par des incendies de forêt. Ressources naturelles Canada a publié une série de cartes montrant les vulnérabilités régionales des paysages et des écosystèmes du Canada à ces effets (RNCan, 2000).

L'ampleur de l'intensification des catastrophes d'origine météorologique attribuable aux changements climatiques est largement tributaire de la mesure dans laquelle les collectivités, les pouvoirs publics et les particuliers reconnaîtront les dangers en cause et feront en sorte d'atténuer les risques que ces catastrophes se produisent et l'éventuelle portée de leurs effets. Un danger naturel provoque une catastrophe lorsque divers autres facteurs (de nature physique, sociale, économique et environnementale) entrent en jeu et accroissent la vulnérabilité d'une collectivité aux répercussions du danger en question (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004). Puisque les catastrophes naturelles surviennent souvent sans crier gare ou en laissant très peu de temps pour réagir, les collectivités ou les régions touchées ont de la difficulté à faire face à la situation ou en sont incapables. Par conséquent, il est urgent que nous améliorions la capacité à prévoir les changements climatiques et à composer avec eux de même qu'avec les dangers naturels qui en découlent, cela grâce à des efforts de coopération nationaux et internationaux de plus grande envergure.

3.5 VULNÉRABILITÉ DES INDIVIDUS ET DES COLLECTIVITÉS

3.5.1 Vulnérabilités aux dangers naturels et aux catastrophes du point de vue de la santé humaine

Le risque découle de la probabilité qu'un événement se produise et de la vulnérabilité de la population éventuellement touchée (Etkin et coll., 2004; Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004; SPPCC, 2007). Par conséquent, il importe de comprendre les caractéristiques qui contribuent à rendre les particuliers et les collectivités vulnérables aux dangers naturels, ainsi que leur capacité à se remettre sur pied et à faire face aux répercussions. Ces connaissances peuvent éclairer la prise de décision en vue de réduire les risques pour la santé avant, pendant et après la survenue d'un événement extrême climatique (SPPCC, 2007). Les dangers naturels ne tournent pas tous à la catastrophe. Une catastrophe se produit lorsque les ressources nécessaires pour faire face à un événement de grande envergure dépassent la capacité normale d'une collectivité à répondre aux besoins. C'est ce qu'on appelle le seuil de catastrophe (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004).

3.5.2 Personnes vulnérables

Il existe des vulnérabilités inhérentes chez les populations et les collectivités du Canada. Dans les sections qui suivent, on revoit l'influence de l'âge, les conditions socio-économiques et l'état de santé sur la capacité des gens à réduire leur exposition aux dangers naturels, à s'en protéger, et sur la façon d'affronter un événement et de s'en remettre par après.

3.5.2.1 Âge

Personnes âgées

Le nombre de personnes âgées croît rapidement au Canada. Ainsi, de 1981 à 2005, la proportion de la population formée par les personnes de plus de 65 ans a augmenté d'environ 3 % (passant de 10 à 13 %) (Statistique Canada, 2006). On prévoit que ce pourcentage va presque doubler à 24,5 % d'ici 2036. Par la suite, le nombre de personnes âgées continuera de s'accroître, mais à un rythme moindre, pour atteindre 11,5 millions (soit 27,2 % de la population totale) vers 2056 (Turcotte et Schellenberg, 2007). La proportion de personnes très âgées (80 ans et plus) va également augmenter considérablement. En effet, d'ici 2058, environ 1 Canadien sur 10 sera âgé de 80 ans ou plus. Par comparaison, en 2005, seulement 1 personne sur 30 avait plus de 80 ans. Par rapport aux autres tranches de la population adulte, les personnes âgées sont souvent plus vulnérables, car le vieillissement va de pair avec une hausse des maladies, des handicaps et la consommation de médicaments, ainsi qu'avec une baisse de la condition physique (McMichael, 2003). Il importe de se pencher sur les vulnérabilités particulières des personnes âgées, car ces dernières vont sans doute faire davantage appel au système de soins de santé pour contrer leur précarité (Powell, 2006), et leur proportion augmente au Canada. Il est toutefois important de préciser que l'âge n'est pas à lui seul synonyme de vulnérabilité. En effet, de nombreuses personnes âgées conservent une bonne santé et une bonne mobilité, en plus de demeurer actives sur le plan social (Powell, 2006).

Malgré tout, pour la plupart des gens, le vieillissement entraîne un déclin de l'état de santé général. Les capacités physiques de certaines personnes âgées sont restreintes (Turcotte et Schellenberg, 2007), et leur système physiologique est en général moins apte à affronter les facteurs de stress, comme la chaleur accablante (McMichael, 2003). Les personnes âgées sont plus susceptibles d'avoir des problèmes de santé exigeant des soins médicaux réguliers, restreignant leur mobilité ou nuisant à leur capacité de prendre soin d'elles-mêmes (Turcotte et Schellenberg, 2007). Ces vulnérabilités sont importantes, car plusieurs types de dangers naturels (p. ex., les tempêtes de neige et les inondations graves) peuvent exacerber les affections existantes et causer ainsi des maladies ou des décès (p. ex., les hommes âgés courent un risque plus grand de crise cardiaque lorsqu'ils pellettent de la neige). Qui plus est, les dangers naturels peuvent perturber la gestion des maladies ou la prestation des services de santé (p. ex., les gens peuvent être incapables de se rendre à leurs séances de chimiothérapie ou de dialyse). Les personnes âgées sont également plus susceptibles de dépendre des autres pour assurer leur sécurité personnelle et celle de leurs biens avant, pendant et après un événement (p. ex., pendant une panne de courant, une personne âgée donnée peut être privée de chauffage). Le manque de mobilité peut également les empêcher de se mettre hors de danger, ce qui augmente la probabilité de stress physique et de blessure.

Turcotte et Schellenberg (2007) ont constaté que bon nombre des 25 affections chroniques signalées le plus fréquemment chez les personnes âgées peuvent avoir une incidence sur la vulnérabilité de ces dernières aux dangers naturels. Il s'agit notamment de l'arthrite, de l'hypertension artérielle, des cataractes, des cardiopathies, du diabète, de la bronchite chronique, des effets des accidents vasculaires cérébraux, de la maladie d'Alzheimer et d'autres formes de démence. Précisons que le niveau de stress diminue en général avec l'âge, et que les personnes âgées sont moins susceptibles de signaler un trouble émotionnel survenant à la suite d'une catastrophe (Powell, 2006; Turcotte et Schellenberg, 2007).

Les personnes âgées courent un risque particulièrement élevé de maladies et de décès liés à la chaleur, car la résistance à la chaleur et la capacité de thermorégulation diminuent avec l'âge (Flynn et coll., 2005). Lorsqu'une vague de chaleur a frappé la France en août 2003, causant près de 15 000 décès en surnombre, la surmortalité a été d'abord enregistrée parmi les personnes âgées de 75 ans et plus (Vandentorren et Empereur-Bissonnet, 2005). Toutefois, les décès en surnombre étaient également élevés chez les personnes âgées de 45 à 75 ans (Vandentorren et Empereur-Bissonnet, 2005). De plus, les effets d'une vague de chaleur peuvent être aggravés par les médicaments que prennent habituellement les personnes âgées, notamment ceux utilisés pour le traitement des maladies cardiovasculaires chroniques s'ajoutant à ceux des changements physiologiques associés au vieillissement (Flynn et coll., 2005).

Les personnes âgées ont souvent un revenu fixe, et peuvent donc avoir de la difficulté à assumer les coûts supplémentaires associés aux dangers naturels. Par exemple, en raison de leur revenu limité, certaines personnes peuvent être incapables de se procurer une assurance adéquate ou un climatiseur, ou encore de remplacer des biens perdus. De plus, elles sont moins susceptibles de demander ou de bénéficier d'une aide financière (Powell, 2006) : elles sont ainsi dépassées par la situation et ne peuvent pas se remettre des pertes subies (Shrubsole, 1999; Soskolne et coll., 2004). En outre, les frais médicaux découlant d'un danger naturel, comme le coût des ordonnances imprévues, des déplacements en ambulance ou des services de santé mentale, peuvent avoir une incidence économique importante sur les personnes âgées à faible revenu qui n'ont pas d'assurance.

Étant donné que les réseaux de membres de la famille et d'amis se rétrécissent en général lorsque les gens vieillissent, l'isolement social et la solitude deviennent aussi plus courants avec l'avancement en âge (Hall et Havens, 2002). Bien que 2 % seulement des personnes âgées du Canada aient déclaré ne pas avoir d'ami proche ou de parent avec qui parler (Turcotte et Schellenberg, 2007), en cas de catastrophe ou de danger naturel, les réseaux existants peuvent être considérablement perturbés, et certaines personnes risque d'être coupées des services sociaux publics et devoir faire face seuls à la situation d'urgence (Powell, 2006). Ces liens et ces réseaux sont souvent cruciaux pour le maintien de la santé des personnes âgées et la gestion de leurs maladies. Par exemple, un ami proche ou un parent habitant une autre collectivité peut être incapable d'apporter l'aide nécessaire à temps. Les personnes âgées sont également plus susceptibles d'avoir peur pendant un événement. Lors de la vague de chaleur ayant sévi à Chicago, les personnes âgées, craignant pour leur sécurité, étaient portées à garder les fenêtres et les portes fermées, ce qui accroissait le risque de maladie et de décès liés à la chaleur auxquelles elles s'exposaient (Klinenberg, 2002).

Enfants

Statistique Canada (2006) estime que les enfants (de 0 à 19 ans) forment environ 24 % de la population au Canada. Les jeunes enfants sont particulièrement vulnérables aux dangers naturels, car leur perception du danger n'est pas entièrement développée, et ils ont besoin de plus d'aide pour évacuer les lieux dangereux et pour se protéger. Après un événement causé par un danger naturel, les enfants sont particulièrement vulnérables aux dangers consécutifs causés notamment par la contamination de l'eau, du sol et de l'air. En effet, leur physiologie, leur

métabolisme et leurs comportements accroissent le risque de contracter des maladies. De plus, la perturbation de leur croissance et de leur développement à des moments critiques peut causer des dommages irréparables et leur exposition à des contaminants par unité de masse corporelle est plus élevée (eau et air) que celle des adultes (Tamburlini, 2002; Santé Canada, 2005b).

Les jeunes enfants et les bébés sont beaucoup plus vulnérables aux maladies transmises par l'eau et aux maladies d'origine alimentaire que les adultes, car leur système immunitaire n'est pas arrivé à maturité et ils ne sont pas en mesure d'éviter par eux-mêmes les risques (p. ex., suivre les avis d'ébullition) (Jermini, 2002; Pond, 2002). Les enfants consomment également en général plus d'eau et de nourriture par unité de masse corporelle que les adultes, ce qui accroît leur exposition aux pathogènes présents dans l'eau et la nourriture (Santé Canada, 2005b). Par exemple, après une inondation, un enfant est plus susceptible d'ingérer de l'eau contaminée ou d'être exposé à celle-ci qu'un adulte, en raison de son incapacité à comprendre le danger pour la santé que pose la contamination des eaux de crue, ainsi que le risque de contracter une maladie en se mettant les mains dans la bouche.

La capacité de thermorégulation des enfants n'est pas bien développée avant l'âge de 1 an, et le rapport, plus élevé chez les enfants que chez les adultes, entre la surface de leur corps et leur masse corporelle (jusqu'à l'âge de 5 ans) les rend plus vulnérables au stress thermique (Longstreth, 1999; Mathieu-Nolf, 2002; Santé Canada, 2005b). Ainsi, les bébés courent un risque particulièrement élevé pendant les vagues de chaleur. Toutefois, leur plus grande vulnérabilité en cas de chaleur accablante vient du fait qu'ils dépendent des soins de leurs gardiens qui doivent veiller à leur faire boire des liquides et à les conduire dans des endroits où ils pourront se rafraîchir (Santé Canada, 2005b).

Les jeunes enfants dépendent des autres pour leur santé, leur bien-être et leur sécurité. Ils sont également soumis à la vulnérabilité de leurs gardiens. La situation est encore plus délicate du fait qu'ils ont peu ou pas de moyens de remédier à leur sort. Par exemple, les enfants de familles à faible revenu sont plus vulnérables aux vagues de chaleur s'ils habitent des maisons ne répondant pas aux normes et sans climatisation. Les enfants ont rarement la capacité ou les ressources qui leur permettraient de réduire leur propre exposition ou leur propre vulnérabilité : ils ne se rendent pas d'eux-mêmes dans les endroits prévus pour se rafraîchir et peuvent ne pas savoir comment soulager le stress thermique (par exemple, en buvant davantage de liquide) ou quelles autres mesures de protection il convient de prendre.

Les dangers naturels peuvent également causer des traumatismes psychologiques pendant et après l'événement (Heinz Center, 2002; Shea, 2003; McDermott et coll., 2005). Dans sa revue de la littérature sur les dangers, Shrubsole (1999) a constaté que la réaction des enfants face à un danger naturel dépend, notamment, de la capacité de leurs parents à faire face à la situation. Si les parents n'affrontaient pas bien la catastrophe, il en irait de même pour les enfants (Hutton, 2005). On a également établi que les enfants courent un plus grand risque de traumatisme psychologique devant un danger naturel, car leur capacité d'accommodation est moindre et leur perception du monde est fonction de leur degré de développement cognitif et affectif (Shrubsole, 1999; Hutton, 2005). Les enfants peuvent souffrir de diverses maladies d'origine psychologique à cause du traumatisme provoqué par une catastrophe. Les effets peuvent être sévères, notamment la perte d'aptitudes récemment acquises, des troubles de l'alimentation et du sommeil, et des problèmes de comportement (Heinz Center, 2002; Hutton, 2005).

3.5.2.2 Problèmes de santé préexistants

Les problèmes de santé chroniques, les maladies aiguës, les affections neurologiques, les maladies mentales (y compris les dépendances) et la mobilité restreinte augmentent la vulnérabilité des personnes aux dangers naturels. Les maladies chroniques et aiguës sont aggravées par la détérioration ultérieure de l'environnement et par la contamination, par exemple par le manque de nourriture salubre et d'eau potable et l'exposition aux agents pathogènes et à une pauvre qualité de l'air (Mokdad et coll., 2005). Les maladies qui exigent des soins médicaux réguliers peuvent être aggravées par le stress lié à une catastrophe pouvant mener à la mort. Des problèmes surgissent lorsque les gens ne sont pas en mesure de se procurer les médicaments nécessaires ou d'obtenir les traitements de survie dont ils ont besoin. Les dangers naturels peuvent endommager l'équipement de soins de santé essentiels à la survie, comme les ventilateurs ou les générateurs d'oxygène (Powell, 2006).

L'accès aux services médicaux pendant un événement ou une catastrophe est crucial pour les personnes dont l'état de santé est précaire. Des besoins importants en services médicaux ainsi que la disponibilité des médicaments et de l'équipement peuvent être des facteurs déterminants pour la survie. Les centres de soins de santé peuvent être inondés de personnes malades ou blessées durant un événement ou une catastrophe, ce qui augmente les risques pour les malades chroniques. Également, l'équipement nécessaire pour répondre aux besoins spéciaux de ces gens peut manquer dans les abris d'urgence (Powell, 2006). Les personnes à mobilité restreinte ont en général besoin d'aide pour évacuer les lieux ou se rendre dans un endroit sûr. Par exemple, les personnes alitées dans des établissements de soins infirmiers ou de soins prolongés, et celles qui souffrent de lésions de la moelle épinière ou d'arthrite aiguë qui restreignent leurs mouvements ont besoin de l'aide d'autrui.

La maladie mentale peut avoir une incidence grave sur la capacité d'une personne à réagir efficacement devant un danger naturel et en cas de catastrophe. La maladie mentale peut prendre diverses formes : troubles de l'humeur, schizophrénie, troubles anxieux, troubles de la personnalité et troubles de l'alimentation (Santé Canada, 2006d). Les maladies neurologiques incluent les lésions cérébrales qui compromettent les fonctions cognitives, comme la maladie d'Alzheimer et la démence (Conseil consultatif national sur le troisième âge, 2004). Selon la maladie présente, un phénomène dangereux peut causer des perturbations graves de la pensée, du comportement ou de l'humeur. Ainsi, la maladie mentale peut influer sur la capacité d'une personne à prendre des décisions en matière de santé et de sécurité avant, pendant et après un danger naturel ou une catastrophe. Précisons que McMurray et Steiner (2000) ont conclu que les patients souffrant d'une maladie mentale aiguë qui bénéficiaient de services psychiatriques pendant la tempête de verglas qui a frappé le Québec en 1998 ont bien composé avec la catastrophe.

La dépendance à la drogue et à l'alcool augmente en outre la vulnérabilité aux dangers naturels. Parmi les conséquences à long terme de l'abus de ces substances figurent la détérioration du jugement, la difficulté à apprendre et à assimiler de nouvelles connaissances et la perte de la maîtrise de soi (Santé Canada, 2007a). De plus, les personnes sous médication particulière et celles qui souffrent d'une dépendance à la drogue sont moins capables de thermorégulation pendant les vagues de chaleur (McGeehin et Mirabelli, 2001). Les personnes dont les facultés sont affaiblies ou qui ne songent qu'à se procurer la substance dont elles sont dépendantes sont moins aptes à prendre les bonnes décisions au sujet de leur santé et de leur sécurité avant, pendant et après une catastrophe ou un danger naturel.

3.5.2.3 Conditions socio-économiques

La situation socio-économique et l'éducation constituent deux déterminants cruciaux de la santé. Les personnes qui jouissent d'un statut socio-économique élevé et qui ont fait des études supérieures ont en général une meilleure santé globale (Agence de santé publique du Canada (ASPC), 2004). Un revenu et un niveau d'instruction élevés permettent de mieux s'adapter aux circonstances, particulièrement dans les situations stressantes. En effet, les personnes à revenu élevé ayant fait des études supérieures disposent habituellement d'une capacité d'accommodation plus grande avant, pendant et après une catastrophe naturelle (ASPC, 2004). L'instruction donne aux gens les aptitudes et les connaissances qui leur permettent d'accéder à l'information et aux ressources propres à améliorer leur sort.

Les Canadiens dont le degré d'alphabétisation est faible sont plus susceptibles d'avoir un revenu peu élevé ou d'être sans emploi (ASPC, 2004). Un revenu faible crée souvent des conditions restreignant la capacité des personnes et des familles à atténuer le risque d'exposition aux dangers naturels, par exemple, grâce au choix du lieu de résidence (p. ex., pour éviter les plaines inondables et les régions exposées aux avalanches), à l'adoption de mesures de protection et d'adaptation financièrement accessibles (p. ex., l'achat d'un climatiseur) et à l'accès aux moyens facilitant le rétablissement (p. ex., les assurances, les ressources financières). Certes, il est possible de se protéger et de réduire l'exposition à certains dangers, mais on ne peut pas éviter tous les risques. Si les personnes à faible revenu ont plus de difficulté à demeurer en santé dans des conditions « normales », lorsqu'un danger naturel se présente, elles sont particulièrement vulnérables, et leur capacité à se rétablir peut être restreinte.

La dépendance à la drogue et l'alcool ainsi que la maladie mentale sont dans bien des cas la cause de l'itinérance (Fisher et Breakey, 1991; Hwang, 2001). Les gens sans domicile fixe sont plus vulnérables aux températures extrêmes, car ils sont davantage exposés (Hwang, 2001) et moins aptes à s'adapter physiologiquement à la chaleur accablante (Koppe et coll., 2004). De plus, ils peuvent ne pas avoir les moyens de se protéger des effets du froid extrême, comme l'hypothermie et les gelures. Une étude réalisée à Montréal a montré que l'itinérance, ainsi que l'alcoolisme, la maladie mentale et l'âge avancé augmentent le risque de blessures causées par le froid (Koutsavlis et Kosatsky, 2003). Parmi les autres personnes qui courent un risque de blessure ou de décès causé par le froid figurent celles dont la santé est fragile et les personnes qui travaillent dehors.

3.5.2.4 Autochtones : Premières nations, Inuits et Métis

Au Canada, les Autochtones comprennent les Premières nations, les Inuits et les Métis. En 2001, 3,4 % des Canadiens se déclaraient Autochtones (Statistique Canada, 2003). De manière plus précise, 2,1 % ont déclaré être membres des Premières nations, 1 %, faire partie des Métis, et 0,1 %, du peuple inuit. Les enfants de moins de 14 ans représentent 33 % de la population autochtone, par rapport à 19 % dans la population non autochtone (Statistique Canada, 2003). Ainsi, de nombreuses collectivités autochtones comptent une proportion élevée d'enfants. Nous avons indiqué plus haut que les enfants sont particulièrement sensibles, notamment du fait qu'ils dépendent des adultes pour se protéger contre les dangers.

De nombreux facteurs se conjuguent pour créer des vulnérabilités particulières chez les Autochtones et leurs collectivités, tels qu'un état de santé actuel et des conditions socio-économiques pauvres ainsi qu'une infrastructure inadéquate. Par rapport à l'ensemble de la population, on enregistre une incidence plus élevée de certaines maladies chroniques chez les Premières nations et les Inuits. Par exemple, la prévalence de maladies cardiaques y est 1,5 fois plus élevée, et celle du diabète, de 3 à 5 fois plus élevée. Par ailleurs, 15 % des nouvelles infections au VIH touchent des Autochtones (Santé Canada, 2000, 2006c). On a établi que la consommation d'alcool constitue un problème dans certaines collectivités Autochtones, tout comme l'augmentation de la prise de médicaments et de drogues illicites (Santé Canada, 2006b). Les personnes dont l'état de santé est mauvais sont plus vulnérables et moins résilientes lorsque survient un danger naturel.

Le réchauffement du climat crée de nouveaux dangers naturels pour les Inuits

Les Autochtones qui vivent de la terre, particulièrement les Inuits, sont vulnérables aux changements climatiques, car leur environnement change rapidement et devient plus dangereux à cause de ce phénomène. Le réchauffement du climat compromet la santé et la sécurité des Inuits; en entraînant la fonte de la glace de mer et du pergélisol, il cause des dommages aux infrastructures, notamment aux maisons et aux centres de soins de santé, et il provoque la diminution des populations de certaines espèces sauvages utilisées traditionnellement comme sources de nourriture. La modification du régime alimentaire traditionnel a été associée à une détérioration de l'état nutritionnel. L'imprévisibilité accrue des conditions météorologiques rend également les déplacements dangereux (Santé Canada, 2005b). Bien que le réchauffement du climat ne figure pas parmi les dangers naturels à titre d'événement extrême, il s'agit bel et bien d'un danger naturel pour les Inuits : c'est en effet une menace qui augmente le risque de répercussions néfastes sur la santé, par exemple mauvaise nutrition, blessures et décès (Arctic Climate Impact Assessment (ACIA), 2004).

Les vulnérabilités des Autochtones sont aggravées par la déficience des infrastructures (p. ex., les routes, le logement, l'eau et les égouts). En 2000 – 2001, seulement 55,8 % des résidences dans les réserves des Premières nations étaient jugées adéquates (Santé Canada, 2007b). L'isolement de bon nombre des collectivités des Premières nations et du peuple inuit rend l'évacuation et l'accès aux services d'urgence et de santé difficiles, traumatisants et coûteux en cas de catastrophe. Plus de renseignements sur les vulnérabilités des peuples et des communautés autochtones sont disponibles au chapitre 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien.

3.5.2.5 Personnes dépendantes des ressources naturelles

Les personnes dont la subsistance repose sur les ressources naturelles comme source d'emploi ou comme source directe de nourriture (pour elles-mêmes et pour leur famille) peuvent être particulièrement vulnérables aux répercussions des dangers naturels. Les problèmes financiers sont l'un des principaux aspects de l'exploitation agricole propres à accroître le stress personnel et le sentiment de détresse (Deary et coll., 1997; Simkin et coll., 1998; Soskolne et coll., 2004). Le stress chez les agriculteurs, qui découle des pressions financières, peut entraîner d'autres effets négatifs sur le plan de la santé, comme la dépression ou le suicide (Malmberg et coll., 1997). Le stress chez les travailleurs du secteur agricole a en outre une incidence négative sur la vie familiale (Plunkett et coll., 1999).

Les industries qui sont largement tributaires des ressources naturelles ne peuvent pas protéger entièrement leurs biens contre les dangers naturels et les changements des conditions climatiques. Les sécheresses peuvent causer des diminutions considérables de la production agricole et des pertes importantes en exportations de produits agricoles, sauf si les agriculteurs sont munis de systèmes d'irrigation fiables. Cette situation peut entraîner un plus grand recours à l'aide financière et aux paiements d'assurance-récolte. Lorsque des agents de stress liés au climat ont des répercussions sur les ressources naturelles, ils peuvent influer sur l'emploi d'une personne, qu'il s'agisse d'une entreprise de petite envergure ou privée ou encore d'une grande entreprise. Les infrastructures peuvent également être touchées. La fréquence accrue des tempêtes, y compris des ondes de tempête et des vents violents, peut causer des dommages coûteux aux infrastructures. Ce fut le cas au Canada atlantique en janvier 2000, lorsqu'une onde de tempête a projeté des blocs de glace à travers des immeubles côtiers et a endommagé l'équipement de pêche (L'Institut canadien pour l'étude des climats (ICEC), 2000). En ce qui concerne la pêche de poissons d'eau douce, les sécheresses seront le principal problème en ce qu'elles entraîneront la baisse du

niveau d'eau. Ainsi, la salinité de l'eau pourrait augmenter, les terres humides côtières risqueraient de se détériorer et cela favoriserait l'établissement d'espèces de plantes aquatiques exotiques ou envahissantes (RNCan, 2004a). La perte d'emplois dans un secteur majeur d'une petite collectivité peut également avoir des effets en cascade sur la prestation de nombreux services dans cette collectivité et aussi sur l'emploi de personnes dans d'autres secteurs (Heinz Centre, 2002). Des risques pour la santé se présentent lorsqu'un ou plusieurs déterminants de la santé sont compromis, comme ce peut être le cas avant, pendant et après un danger naturel.

3.5.3 Collectivités vulnérables

Lorsque des membres d'une collectivité sont vulnérables, cela a souvent des conséquences indirectes sur la vitalité de la collectivité. De même, lorsque les caractéristiques d'une collectivité la rend plus vulnérable à un danger naturel, ses membres font face à de plus grands risques. La diminution de la vulnérabilité d'une collectivité entraîne au bout du compte une réduction de la vulnérabilité des personnes ainsi que les répercussions néfastes sur la santé. Les collectivités sont plus vulnérables en raison, notamment, de la croissance de la population et de la densité des constructions, de la présence d'habitations dans des régions à risque élevé, du vieillissement des infrastructures, des pauvres aménagements urbains, de la capacité et des ressources municipales insuffisantes, et de la planification en cas d'urgence (McBean et Henstra, 2003; Etkin et coll., 2004).

3.5.3.1 Infrastructures

Les infrastructures comprennent les installations qui ont des fondations permanentes, ou qui constituent les éléments essentiels d'une collectivité, qui soutiennent les activités humaines et qui améliorent la qualité de la vie au sein de la collectivité. Elles englobent divers types d'immeubles et de structures, par exemple, les hôpitaux et les écoles, ainsi que des installations comme les routes, les voies ferrées, les ports, les centrales électriques et les canalisations d'eau et d'égout. Les éléments d'infrastructure sont en général conçus en fonction d'un climat précis.

On s'interroge à savoir si les infrastructures actuelles du Canada peuvent supporter les problèmes causés par les changements climatiques et l'accroissement prévu des dangers naturels. Les données montrant que les répercussions d'une catastrophe naturelle peuvent être aggravées par la faiblesse des infrastructures sont nombreuses (Henstra et coll., 2004). L'endommagement ou la destruction d'infrastructures risquent d'affecter la santé et le bien-être. Soskolne et coll. (2004) ont conclu, dans leur étude des reportages parus dans la presse écrite sur les catastrophes en Alberta, que l'interruption des services est l'une des conséquences les plus fréquemment signalées en cas de conditions météorologiques extrêmes, notamment l'inondation de routes, l'interruption des services d'alimentation électrique, de communication téléphonique et d'approvisionnement en eau, la fermeture d'établissements médicaux (p. ex., d'hôpitaux) et la contamination de l'eau. Palecki et coll. (2001) ont recensé des répercussions similaires de la vague de chaleur de juillet 1999 dans le Midwest américain tels qu'une utilisation record d'électricité, l'explosion d'un transformateur, qui a privé 72 000 résidents de courant au plus fort de la vague de chaleur, et la déformation de routes, ayant entraîné leur fermeture; de plus, de petites collectivités alimentées par l'eau de puits ont eu de la difficulté à combler les besoins en eau. La tempête de verglas qui a frappé l'est du Canada en 1998 a causé l'effondrement de milliers de pylônes électriques, ce qui a entraîné des pannes de courant à grande échelle. De nombreuses personnes ont ainsi été privées d'électricité pendant la période la plus froide de l'année.

Bien que tous les éléments d'infrastructure soient importants, on doit porter une attention particulière aux infrastructures critiques d'une collectivité. Les éléments d'infrastructure critiques sont « les ressources matérielles, les services et les installations de technologie de l'information, les réseaux et les biens dont la perturbation ou la destruction aurait de graves conséquences sur la santé, la sécurité, la protection ou le bien-être économique des Canadiens et des Canadiennes » (SPPCC, 2005a). Ils comprennent l'énergie et les services publics, les communications et les

technologies de l'information, les services financiers, les soins de santé, l'alimentation, l'eau, les transports, la sécurité, le gouvernement et la fabrication. La vulnérabilité d'une collectivité dépend souvent de l'emplacement des éléments d'infrastructure critiques et de leur capacité matérielle à supporter les assauts d'un danger naturel. Le chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada, porte sur les préoccupations actuelles au sujet de l'état des éléments d'infrastructure critiques au Canada et sur les répercussions quant à la vulnérabilité aux effets des changements climatiques sur la santé.

Courtoisie de Peter Young

Dommages causés par l'ouragan Juan, 2003

Les infrastructures peuvent en outre aggraver les effets d'un danger naturel. Par exemple, les matériaux utilisés pour les bâtiments et les éléments d'infrastructure sont directement reliés à l'effet d'îlot thermique urbain. Ce dernier est principalement attribuable à l'absence de végétation et aux propriétés thermiques des surfaces sombres, comme les routes revêtues d'asphalte et les toits goudronnés (Frumkin, 2002). Certaines modifications simples à la conception des immeubles et aux éléments d'infrastructure, comme des toits verts ou recouverts de végétation et des surfaces de couleur claire, réfléchissantes, peuvent atténuer cet effet. De plus, dans les villes où la densité de surfaces étanches est élevée, la possibilité d'infiltration d'eau est restreinte, ce qui accroît le ruissellement. Ce ruissellement risque de surcharger les réseaux d'égouts pluviaux pendant les épisodes de fortes précipitations, ce qui peut accroître la vulnérabilité de la population aux répercussions sur l'environnement et la santé publique.

Bon nombre de villes du Canada font face à des pressions considérables en raison du vieillissement de l'infrastructure et des besoins grandissants d'une population en croissance. La détérioration et l'âge des infrastructures actuelles peuvent rendre celles-ci vulnérables au climat d'aujourd'hui (Henstra et coll., 2004) et aux futurs événements météorologiques extrêmes dont on projette une fréquence accrue. La modernisation des éléments d'infrastructure ou les investissements importants en capital dépassent souvent la capacité d'un seul palier de pouvoirs publics (Fédération canadienne des municipalités, 2003). Les petites collectivités et les collectivités rurales connaissent des pressions semblables lorsqu'il s'agit d'investir dans les infrastructures pour protéger la population. Dans de rares cas, il est impossible de se prémunir contre les dangers naturels ou d'atténuer leurs effets, et il faut alors réinstaller la population. Dans plusieurs collectivités du Nord, les infrastructures comme les routes et les bâtiments sont menacées en raison du raccourcissement des hivers, de l'allongement de la période de dégel et de la fonte du pergélisol (EICCA, 2004).

3.5.3.2 Services de santé publique et d'intervention en cas d'urgence

Un programme efficace de gestion des urgences vise à assurer aux collectivités et aux personnes des soins de santé et des services sociaux d'urgence adéquats en cas de catastrophe (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004). Les soins de santé primaires constituent le premier chaînon du système de soins de santé et ils comprennent les services d'urgence de base. Les services secondaires, comme les hôpitaux et les établissements de soins de longue durée, proposent des soins plus spécialisés (Santé Canada, 2006a). Tant les services primaires que les services secondaires sont touchés à divers degrés par les dangers naturels et les catastrophes. Les hôpitaux et les centres d'urgence doivent non seulement traiter les blessés et les malades graves, mais également les personnes qui n'arrivent plus à gérer leurs affections préexistantes (p. ex., les diabétiques) et celles dont l'état de santé risque d'être empiré par la catastrophe (p. ex., les cas d'infection au VIH ou de sida) (Powell, 2006).

Un danger naturel peut rapidement virer à la catastrophe si l'infrastructure des services de santé n'est pas préparée à répondre à la situation et aux demandes qui s'en suivent. On peut alors devoir réinstaller ou réaménager l'infrastructure de santé, comme les hôpitaux, les cliniques et les centres de soins infirmiers qui pourraient être gravement endommagés en cas de catastrophe, assurer la permanence des services pour les patients actuels ou les nouveaux patients pendant les périodes de perturbation du système interne et de bouleversements dans la collectivité ainsi que fournir un système de communication de rechange (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004).

Étude de cas : Leçons tirées du passage d'une tornade à Pine Lake (Alberta) en 2000

En juillet 2000, une tornade accompagnée de vents ayant atteint 300 kilomètres à l'heure a frappé un terrain de camping et de caravaning à Pine Lake, en Alberta, tuant 12 personnes et en blessant plus de 140. Près de 1 000 personnes ont été évacuées du site, leur véhicule de plaisance ayant été endommagé (SPPCC, 2005a). Le cas de Pine Lake illustre l'importance de la planification en vue de catastrophes, le rôle crucial des systèmes de communication et de l'intervention des secours paramédicaux et autre personnel d'urgence. Sookram et coll. (2000) ont souligné les points à améliorer pour les interventions futures en cas de catastrophe : il s'agit notamment de veiller à ce que la réaction soit proportionnelle à la catastrophe et de renforcer les systèmes de communication (système principal et système de rechange).

Courtoisie de Dan Kulak

Dommages causés par une tornade à Pine Lake, Alberta, 2000

Un nombre d'ambulances plus grand que nécessaire a été envoyé sur les lieux de la catastrophe, ce qui a privé les autres collectivités de services ambulanciers pour les autres urgences. Un système de répartition organisé coordonnant les divers services médicaux d'urgence doit établir un équilibre entre les besoins sur les lieux de la catastrophe et les besoins des collectivités environnantes. De plus, le système de communication par téléphone cellulaire est tombé en panne, ce qui a empêché la transmission de renseignements exacts depuis le lieu de la catastrophe vers les hôpitaux d'accueil. Si d'autres catastrophes surviennent, on pourrait notamment utiliser une roulotte équipée d'un système de communication comme poste de commandement et de contrôle sur place.

En l'absence d'estimations fiables du nombre de victimes, les hôpitaux de Calgary et d'Edmonton ont mis en branle le plan d'urgence complet en cas de catastrophe : on a libéré des lits d'hôpitaux, les ambulances des villes ont été réquisitionnées et on a requis d'urgence la présence des médecins et du personnel infirmier. Toutefois, le nombre de victimes ne justifiait pas une intervention de cette envergure. Pour une catastrophe de cette taille, une réponse en diverses phases aurait été préférable (p. ex., demander à des employés supplémentaires de se présenter au travail et faire en sorte que d'autres se tiennent prêts à intervenir) (Sookram et coll., 2000). Une intervention par phases permet une rotation du personnel et prévient la fatigue qui peut s'installer si la catastrophe s'avère plus grave ou persiste.

Toujours selon Sookram et coll., cette catastrophe a établi que les médecins d'urgence peuvent contribuer aux soins dispensés sur les lieux du drame, mais que leur efficacité dépend de la connaissance des protocoles, de l'équipement et des problèmes propres à la médecine de terrain.

Les médecins d'urgence doivent connaître le plan d'urgence de leur hôpital en cas de catastrophe, et être préparés à diriger l'intervention ou à y participer. On doit également pouvoir compter sur des services et du personnel qualifié de soutien. Parmi les autres maillons de la prestation de services de santé des institutions et du personnel qui pourraient être faibles en cas d'urgence, mentionnons ceux-ci :

- Les hôpitaux qui font exécuter certains services essentiels à contrat (par exemple, la lessive et les services alimentaires) peuvent voir ces services interrompus pendant une urgence.
- Les abris d'urgences bondés pendant une catastrophe risquent d'accroître l'exposition aux maladies infectieuses (p. ex., la grippe) des travailleurs de la santé privant ainsi les services d'intervention d'urgence de leur contribution (IPSC, 2003); en conséquence, des vaccinations massives peuvent s'avérer nécessaires.
- L'accès aux dossiers médicaux électroniques pourrait être compromis pendant plusieurs jours ou semaines en cas de panne de courant causée par une catastrophe, ce qui pourrait entraîner un retard dans les soins.

3.5.3.3 Planification urbaine

L'urbanisation a connu une hausse de 66 % au cours des 50 dernières années au Canada. Ainsi, environ 80 % des Canadiens sont maintenant des citadins, et 60 % vivent dans des zones urbaines comptant plus de 500 000 habitants (IPSC, 2003). Lorsque les dangers naturels frappent des zones urbaines abritant des concentrations importantes de gens, la probabilité de catastrophe est accrue. S'ajoute à l'augmentation des pressions causées par l'urbanisation et la croissance de la population le fait que les gens s'établissent sur des terres caractérisées par une certaine précarité, comme les côtes, les plaines inondables, les terrains en pente instables et à la frontière entre les milieux sauvages et les zones habitées (Robert et coll., 2003; Roy et coll., 2003). Par exemple, on a remarqué un essor de la population dans la vallée du bas Fraser en Colombie-Britannique, malgré le risque élevé de tremblements de terre et d'inondations dans cette région (McBean et Henstra, 2003).

Les nouveaux plans de construction et d'urbanisme ainsi que la conception urbaine, en ce domaine, tiennent rarement compte de la résistance adéquate aux dangers naturels comme les tornades et les inondations. Ainsi, un pauvre aménagement du territoire met les gens en péril. En n'attachant pas d'importance à la protection contre les dangers ou à l'atténuation de ceux-ci, on rejette sur les habitants des collectivités vulnérables tout le fardeau des pertes liées aux catastrophes (McBean et Henstra, 2003). Ce mode d'aménagement augmente la probabilité que la population touchée par les catastrophes naturelles continuent de s'accroître. Un aménagement stratégique et intelligent du territoire est crucial, notamment, pour remédier à la situation.

3.5.3.4 Structure et caractéristiques des collectivités

Les collectivités urbaines sont hautement vulnérables en raison de la plus grande densité de population qu'on y trouve et de la plus grande quantité de biens menacés qu'ailleurs (McBean et Henstra, 2003). Toutefois, la structure de la collectivité intervient également dans la capacité d'adaptation de celle-ci aux dangers naturels. Les collectivités qui comptent un nombre élevé d'habitants « à risque élevé » auront besoin de plus de ressources pour assurer la gestion efficace des urgences en matière de santé. Par exemple, dans une collectivité de personnes à la retraite, on trouve plus de gens qui ont des besoins sanitaires spéciaux. Par ailleurs, les collectivités où la proportion de familles à faible revenu qui peuvent avoir des besoins particuliers lors de situations d'urgences est plus grande disposent de recettes fiscales moindres pour la mise en œuvre de mesures d'urgence.

Les différentes collectivités peuvent faire face à tout un éventail de problèmes. Par exemple, les collectivités des Premières nations sont souvent isolées, ce qui rend l'évacuation difficile et allonge les délais d'intervention médicale en cas d'urgence. Les moteurs économiques d'une collectivité, comme l'agriculture ou l'industrie de la pêche, peuvent en accroître la vulnérabilité aux dangers

naturels et aux catastrophes. La destruction des infrastructures est susceptible d'avoir des répercussions qui dépassent le seul coût des réparations. En effet, non seulement des services et des produits sont perdus en raison de la catastrophe, mais les emplois et les recettes fiscales de la collectivité sont également affectés. Les incidences sur toute la collectivité peuvent être ressenties à long terme (Heinz Center, 2002). Les collectivités doivent déterminer leurs caractéristiques socio-économiques et leurs vulnérabilités aux dangers susceptibles de frapper leur territoire ou les environs. Cela aiderait les décideurs dans l'élaboration et la mise en œuvre de programmes destinés à améliorer la préparation et la capacité d'accommodation des populations vulnérables. Ce processus est nécessaire pour accroître la résilience des collectivités aux répercussions des dangers naturels.

3.6 GESTION DES RISQUES DÉCOULANT DES DANGERS NATURELS ET RÉDUCTION DE LA VULNÉRABILITÉ GRÂCE À L'ADAPTATION

3.6.1 Méthode de gestion des urgences

Le domaine de la gestion des urgences s'articule déjà autour de concepts, de méthodes et de cadres bien définis qui doivent orienter le processus d'adaptation aux changements climatiques. Toutefois, la terminologie employée dans ce domaine et dans celui des changements climatiques peut porter à confusion, car on utilise parfois des termes différents pour désigner des concepts analogues et, dans certains cas, un même terme peut avoir différentes significations. Par exemple, l'atténuation des catastrophes et l'adaptation aux changements climatiques désignent de façon générale des ensembles d'activités semblables, soit celles qui visent à réduire les risques liés aux dangers. Toutefois, dans le domaine des changements climatiques, on entend par « atténuation » les mesures prises pour réduire les émissions de GES. Dans les sections qui suivent, les termes « atténuation des catastrophes » et « prévention/atténuation » sont synonymes.

La gestion des risques liés aux dangers et aux catastrophes est définie comme suit par la Stratégie internationale pour la prévention des catastrophes : « processus systématique consistant à faire appel aux décisions administratives, à l'organisation, aux aptitudes opérationnelles et aux capacités pour instaurer des politiques, des stratégies et des capacités d'accommodation, dans la société et les collectivités, visant à réduire les répercussions des dangers naturels et des catastrophes environnementales et technologiques connexes » (ONU/SIPC, 2004). La gestion des urgences est fondée sur une méthode axée sur les risques en ce qui concerne les dangers. Autrement dit, on effectue une évaluation systématique des dangers, des menaces, des risques et des vulnérabilités pouvant toucher les personnes dans un secteur géographique donné, ou on procède à une organisation à cet égard, afin d'élaborer un plan efficace de gestion des urgences (SPPCC, 2007). La gestion efficace des catastrophes est un processus de gestion des risques qui intègre des composantes se complétant et se chevauchant : préparation, intervention, rétablissement et atténuation.

Atténuation : Activité visant d'empêcher un danger naturel de se transformer en catastrophe. Ceci comprend les politiques et les mesures prises avant et après une catastrophe pour limiter les incidences sur les individus et les biens; par exemple, les mesures visant la sensibilisation et le soutien de la population, le développement de plans locaux et régionaux d'aménagement du territoire visant à réduire le développement inadéquat dans les zones à risque, et les modifications aux codes et aux normes du bâtiment dans le but de protéger les individus, la propriété et les infrastructures.

Préparation : Activités et mesures entreprises à l'avance en vue d'une intervention efficace pour contrer les répercussions des dangers, y compris l'émission d'avertissements efficaces, en temps opportun, et l'évacuation temporaire des personnes et des biens se trouvant dans un endroit menacé.

Intervention : Mesures prises immédiatement avant, pendant et après une catastrophe et visant à protéger les gens et les biens et à améliorer le rétablissement, comme les avis publics d'urgence, la recherche et le sauvetage ainsi que l'aide médicale.

Rétablissement : Mesures prises après une catastrophe pour rétablir les systèmes essentiels et ramener la collectivité à son état d'avant la catastrophe.

Sur la scène internationale, un consensus s'installe sur la nécessité que les politiques de gestion des catastrophes mettent davantage l'accent sur la réduction des risques. La Déclaration de Hyogo de la Conférence mondiale des Nations Unies sur la prévention des catastrophes de 2005 précise ceci :

> « Nous, délégations participant à la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes... nous constatons avec une profonde préoccupation que, partout dans le monde, les collectivités continuent de subir des pertes excessives – pertes de précieuses vies humaines et de biens matériels de grande valeur – ainsi que de graves dommages, qu'elles restent contraintes à des déplacements massifs suite à diverses catastrophes... Nous reconnaissons également la nécessité de promouvoir à tous les niveaux, depuis le niveau individuel jusqu'au niveau international, une culture de la prévention des catastrophes et de la résilience face à celles-ci, ainsi que la mise en œuvre de stratégies préventives, qui représentent des investissements judicieux... Nous affirmons que les États ont la responsabilité première de protéger les populations et les biens présents sur leur territoire contre les différents aléas et qu'il est donc capital qu'ils accordent un rang de priorité élevé à la prévention des risques de catastrophe dans le cadre de leur politique nationale, compte tenu de leurs capacités et des ressources dont ils disposent. » (ONU/SIPC, 2005c, p. 1)

De plus, en se fondant sur les consultations mondiales ayant réuni en 2006 des spécialistes de la gestion des urgences de la planète entière, l'OMS a rendu publique une stratégie sur six ans visant la prévention des risques et la préparation aux situations d'urgence dans le secteur de la santé ainsi que le développement d'une capacité communautaire. Cette stratégie, qui a pour but de guider les pays développés et les pays en développement, établit les priorités suivantes (OMS, 2007) :

- L'évaluation et la surveillance des renseignements de base sur la situation, en matière de prévention des risques et de préparation aux situations d'urgence, dans le secteur de la santé, au niveau régional et national.
- L'institutionnalisation des programmes de prévention des risques et de programmes de préparation aux situations d'urgence des ministères de la santé et établissement à cette fin d'un programme efficace de santé globale tenant compte de tous les dangers.
- L'encouragement et l'appui aux programmes communautaires de prévention des risques et de préparation aux situations d'urgence.
- L'amélioration des connaissances et des aptitudes en matière de prévention des risques, de préparation aux situations d'urgence et d'intervention dans le secteur de la santé.

De nombreux gouvernements partout au monde ont adapté, ou sont en train d'adapter, leurs politiques de gestion des catastrophes afin d'y accroître l'importance accordée à la prévention et à l'atténuation. Bien que le Canada ait signé la Déclaration de Hyogo, les politiques canadiennes de gestion des catastrophes ne comprennent toujours pas de mesures importantes de prévention et d'atténuation. Toutefois, en janvier 2008, le gouvernement fédéral a rendu public la Stratégie nationale d'atténuation des catastrophes. Cette stratégie met en valeur l'atténuation des risques en intégrant le concept d'atténuation des dangers dans le cadre de gestion des urgences qui se développe au Canada. La stratégie met de l'avant une vision commune pour guider les activités d'atténuation des dangers au Canada à travers une gamme d'activités de leadership et de coordination, d'éducation et de sensibilisation, de recherche scientifique et, de financement d'activités d'atténuation à l'échelle fédérale, provinciale et territoriale (SPC, 2008).

Le projet de loi fédéral C-12, devenu la *Loi sur la gestion des urgences,* est un autre élément important de l'élaboration de politiques de prévention et d'atténuation. Cette loi a reçu la sanction royale en juin 2007. Elle prévoit des mesures de gestion des urgences au Canada, chargeant le ministre fédéral de Sécurité publique Canada d'assumer un rôle de premier plan en matière de gestion des urgences au Canada, cela grâce à la coordination, au sein des organismes fédéraux et en collaboration avec les gouvernements provinciaux, des activités de gestion des urgences. La Loi assigne de nombreuses responsabilités qui se rapportent à tous les aspects de la gestion des urgences, y compris la prévention, l'atténuation, la préparation, l'intervention et le rétablissement. Les exigences concernant les activités de prévention et d'atténuation énoncées dans la nouvelle loi ouvrent la voie aux progrès en matière d'efforts d'adaptation visant à réduire les risques pour la santé qui découlent des dangers naturels liés au climat au Canada, cela grâce à l'adoption d'une démarche davantage équilibrée et complète pour la gestion des urgences.

Le Canada fait face à différents problèmes dans la mise en œuvre d'une initiative nationale en matière d'atténuation des catastrophes (McBean et Henstra, 2003). À titre de confédération, le Canada fait appel à la collaboration intergouvernementale pour élaborer et mettre en œuvre des politiques d'atténuation des catastrophes. Souvent, la solide volonté du gouvernement fédéral à mettre en place et maintenir une initiative peut ne pas suffire à faire progresser la mise en œuvre de politiques et de programmes à travers le pays. Il existe par ailleurs des incertitudes quant aux risques actuels découlant des dangers naturels et des vulnérabilités existantes, ce qui complique l'établissement des objectifs les plus pertinents si l'on veut que les politiques soient efficaces. Il faut réunir davantage de renseignements grâce à des évaluations des collectivités et à la recherche afin de concevoir des interventions adéquates pour protéger la santé.

En outre, puisque les catastrophes se produisent rarement, leur prévention suscite un intérêt sporadique et de courte durée, et les citoyens estiment en général que la probabilité de pertes à cause de ces événements est faible. Ainsi, les responsables ne sont pas enclins à consentir des investissements adéquats en matière de prévention et d'atténuation. La période qui suit une catastrophe est propice à l'amélioration des mesures de prévention et à l'élaboration de politiques, mais l'objectif principal devient rapidement le rétablissement, dans les plus brefs délais possibles, de la situation « normale » au sein de la collectivité.

3.6.2 Gestion des urgences au Canada : capacité actuelle et initiatives

3.6.2.1 Capacité globale et progrès en matière de préparation

Au Canada, tous les paliers de gouvernement et un large éventail de secteurs ont des fonctions importantes et, en général, bien définies en matière de gestion des risques pour la santé découlant des dangers naturels. Une collaboration intergouvernementale entre les autorités fédérales et provinciales est essentielle à l'élaboration et à la mise en œuvre de politiques de gestion des urgences. Au Canada, les administrations municipales jouent un rôle clé dans la réduction des risques pour la santé causés par la variabilité et les changements climatiques, grâce à leurs services de police, d'incendie et d'ambulance, aux services publics, aux services de santé publique

Courtoisie de Canadian Red Cross

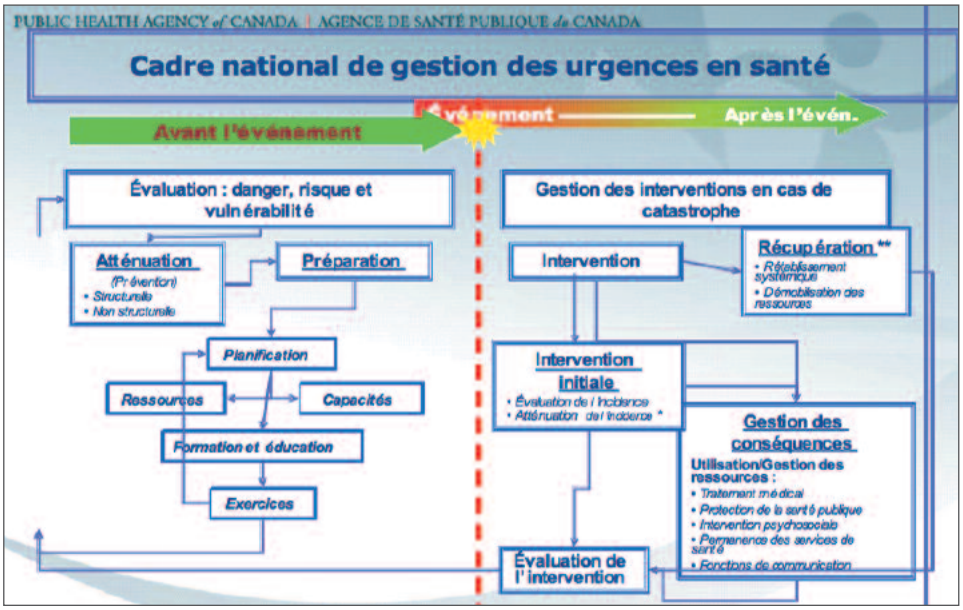
et aux services sociaux à l'échelle locale, ainsi qu'à la préparation de la collectivité aux situations d'urgence et à la planification à cet égard. La plupart des urgences qui surviennent au Canada sont circonscrites géographiquement et elles sont gérées par les municipalités ou encore par le gouvernement provincial ou territorial (SPPCC, 2005a). Des organisations non gouvernementales (p. ex., la Croix-Rouge canadienne, l'Armée du Salut), des entreprises (p. ex., les compagnies d'assurance) et des particuliers assument en outre certains rôles clés en matière de prévention des risques découlant de dangers naturels.

Les préoccupations au sujet de la vulnérabilité aux répercussions des événements météorologiques extrêmes sur la santé des Canadiens et des collectivités ont récemment donné lieu au déploiement d'efforts visant à assurer une meilleure préparation aux catastrophes et une gestion adéquate des risques existants. Par exemple, on note les mesures prises par le gouvernement du Québec pour revoir et élargir la législation en matière de sécurité publique dans le but d'améliorer la préparation aux situations d'urgence dans les municipalités locales et régionales, cela à la suite de l'inondation survenue au Saguenay et d'autres événements (Beauchemin, 2002). En Ontario, la nouvelle *Loi sur la protection civile et la gestion des situations d'urgence* énonce que toutes les municipalités et le gouvernement provincial doivent établir un programme de gestion des situations d'urgence en se fondant sur les dangers et les risques auxquels les habitants de la province peuvent devoir faire face (Gouvernement de l'Ontario, 2006). La Loi prévoit les pouvoirs d'urgence nécessaires pour que le gouvernement provincial puisse intervenir rapidement en cas d'urgence (p. ex., pour procéder à des évacuations, fermer des lieux privés et publics afin de restreindre l'accès ou éliminer des déchets environnementaux et d'origine animale) (Gouvernement de l'Ontario, 2006). Au cours des dernières années, on a également réalisé des progrès considérables dans le secteur de la santé pour ce qui est de la mise en place d'une capacité de gestion des urgences davantage solide et intégrée (Santé Canada, 2005b). Un certain nombre des mesures qui ont été prises pour renforcer la capacité des collectivités et des gouvernements à gérer les risques pour la santé en cas d'événements météorologiques extrêmes et de dangers naturels sont présentées au chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada.

3.6.2.2 Gestion des situations d'urgence en santé

Le secteur de la santé joue un rôle crucial en matière d'efforts destinés à protéger les Canadiens contre les événements météorologiques extrêmes et les dangers naturels qui peuvent se transformer en catastrophes naturelles. Les plans et les activités de gestion des urgences en santé établissent des processus qui orientent et préparent les secteurs de la santé et des services sociaux, à tous les paliers de gouvernement ou au sein des institutions, en ce qui a trait aux conséquences de tout un éventail d'urgences en matière de santé publique. Le Cadre national de gestion des urgences en santé au Canada souligne les principales étapes et exigences de la gestion des situations d'urgence en santé à l'intention des décideurs (voir la figure 3.8).

Figure 3.8 Cadre national de gestion des urgences en santé



* Réduction de la mortalité et de la morbidité.

** Retour aux niveaux de mortalité et de morbidité précédents l'événement et rétablissement des systèmes de santé.

Source : Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004.

Les activités de gestion des situations d'urgence en santé ont pour but de réduire les vulnérabilités des particuliers et des collectivités aux risques découlant des événements météorologiques extrêmes et des dangers naturels. Le Cadre procure aux secteurs des services de santé et des services sociaux d'urgence au Canada des renseignements et une structure organisationnelle pour l'atténuation des dangers, de la préparation aux situations d'urgence, de l'intervention rapide et de l'aide au rétablissement des collectivités (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004). Il s'agit d'un cadre pancanadien et intergouvernemental qui permet de veiller à ce que l'information soit utile pour les programmes communautaires, les entreprises du secteur privé, les pouvoirs locaux (municipalités, provinces et territoires) et les ministères fédéraux.

Le Cadre vise en particulier quatre volets du secteur des services de santé et des services sociaux : la santé physique (perspective individuelle), la santé publique (perspective populationnelle), les services sociaux d'urgence (perspective sociétale) et le maintien des activités (perspective organisationnelle). Chaque volet est examiné à chacune des phases de la gestion des situations d'urgence (soit l'atténuation, la préparation, l'intervention et le rétablissement), dans le but de réduire le plus possible les répercussions des dangers naturels sur la santé (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004). Les travaux se poursuivent au sujet de l'élaboration et de la mise en œuvre du Système national d'urgence en matière de santé du Canada, qui se fonde sur les principes et les lignes directrices des urgences précisées dans le Cadre national de gestion des urgences en santé. Les principales activités comprennent notamment celles-ci (Groupe d'experts sur la protection civile et les interventions d'urgence, s.d.) :

- Système national de gestion des incidents dans le domaine de la santé, destiné à favoriser une capacité d'intervention coordonnée dans tout le système de santé fédéral-provincial-territorial pendant les situations d'urgence et les crises d'ordre sanitaire;

- Protocole d'entente sur l'aide mutuelle, mécanisme dont les gouvernements fédéral-provinciaux-territoriaux peuvent se servir pour assurer une entraide efficace et rapide en cas d'urgence en santé publique;
- Groupe de travail sur la coordination et la préparation des services de santé en cas de pandémie, qui vise à améliorer la capacité opérationnelle et l'uniformité dans l'ensemble du pays en matière de pandémies; et
- Stratégie nationale pour l'intensification des activités en cas de besoin, destinée à favoriser une capacité de réponse efficace et immédiate à l'accroissement soudain de la demande en matière de soins de santé auquel l'ensemble des réseaux de santé au pays doit faire face durant les situations d'urgence.

3.6.2.3 Détermination des dangers et émission d'avertissements

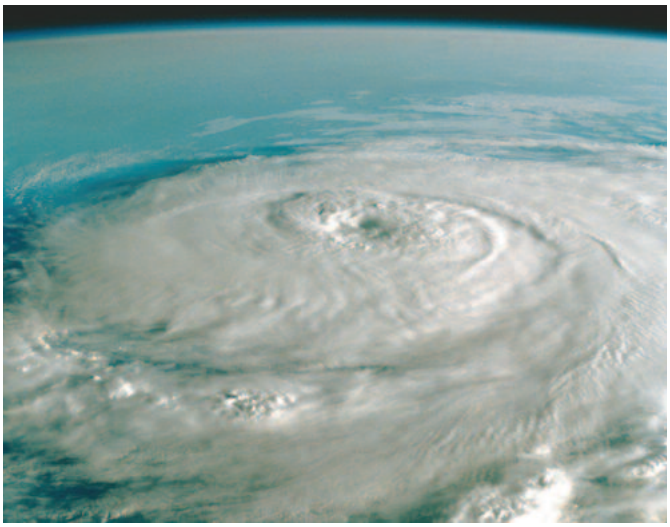
Le recensement et l'analyse des dangers à l'échelle locale constituent la pierre angulaire de la gestion des situations d'urgence et sont nécessaires pour la mise en place de plans d'intervention communautaires. Dans une enquête sur huit villes du Canada, réalisée en 2005 à l'appui de la présente Évaluation, on a constaté que toutes les municipalités concernées avaient défini et analysé les dangers dans leurs régions géographiques respectives (Santé Canada, 2005c). On estimait en général que les risques les plus élevés étaient associés aux dangers naturels, particulièrement aux événements météorologiques extrêmes et aux situations mettant en cause des matières dangereuses. Les responsables de la préparation aux situations d'urgence accordaient une priorité moindre aux dangers pour la santé publique, particulièrement la grippe pandémique et les risques en rapport avec l'eau ou les aliments. Les méthodes employées pour analyser et classer les dangers variaient considérablement. En Ontario, le gouvernement provincial a mis en place un processus de détermination des dangers et d'évaluation des risques, qui propose une technique normalisée d'évaluation des risques pour les collectivités et qui établit des bases communes en vue de l'élaboration des plans d'urgence. Dans d'autres cas, les municipalités avaient intégré l'évaluation des dangers et de leurs conséquences éventuelles à un processus plus global de gestion des risques qui aidait à déterminer les mesures de prévention et d'atténuation, ainsi qu'à définir les mesures efficaces d'intervention d'urgence. En outre, de nombreux responsables ont fait remarquer que, sans des méthodes d'analyse des dangers et de classement des risques, les petites municipalités disposant de ressources restreintes ne pourraient pas entreprendre d'analyses complètes.

En ce qui concerne la gestion des urgences, la rapidité des avertissements dépend des moyens de détection ou de prévision des dangers possibles ainsi que des modes de diffusion de l'alerte (ONU/SIPC, 2005a). Les systèmes d'avertissement précoce ont pour but d'optimiser la probabilité que les personnes à risque prennent les mesures qui s'imposent pour se protéger contre un danger naturel se déclarant soudainement ou s'installant graduellement (Thomas et Mileti, 2003). Plusieurs conférences internationales récentes mettaient l'accent sur les avertissements précoces comme stratégies clés pour réduire les effets des catastrophes naturelles sur la santé. À la troisième Conférence internationale sur les systèmes d'alerte rapide, qui a eu lieu en 2006, à la Conférence internationale de Postdam sur les systèmes d'alerte rapide pour la réduction des dangers naturels (1998) et à la Conférence de Yokohama sur la prévention des catastrophes naturelles (1994), on a reconnu l'importance des avertissements précoces dans le cadre des stratégies globales de prévention des catastrophes. Parmi les nombreux avantages associés à la mise en œuvre d'un système d'avertissement précoce, le plus important est la réduction des pertes de vie et des incidences sur la santé humaine (O'Neill, 1997; National Health Assessment

Group (NHAG), 2001; Comerford, 2005; Rego et Subbiah, 2005; Organisation météorologique mondiale (OMM), 2005). Les avantages accessoires comprennent notamment la réduction des incidences sur les biens propres et sur divers secteurs économiques (p. ex., la construction, l'agriculture et l'expédition) qui contribuent de manière considérable à la prospérité d'un pays ainsi qu'à la santé et au bien-être des personnes.

En raison d'une augmentation de la puissance des nouvelles technologies et de la diminution de leur coût, les systèmes d'avertissement précoce deviennent plus faciles à mettre en œuvre partout dans le monde. Toutefois, une élaboration et une utilisation adéquates sont essentielles pour que l'on puisse bénéficier de tous les avantages qu'offrent ces systèmes. On doit absolument s'assurer que le message transmis est clair et que le public ait des connaissances adéquates concernant les mesures à prendre lors d'une situation d'urgence afin de réduire de manière efficace les risques pour la santé.

Une approche « tous dangers » procure des avantages à tous les segments de la société, cela grâce à un système émettant des avertissements au sujet de divers dangers, entre autres les effets des dangers naturels sur la santé humaine, et permettant de réagir à toute menace pouvant planer sur l'ensemble de la population. Dans ses stratégies de gestion d'urgences le Canada n'a pas encore implanté d'approche « tous dangers ». À l'heure actuelle, on fait appel à plusieurs systèmes qui peuvent émettre des avertissements concernant différents dangers naturels. Certaines collectivités ont reconnu leurs vulnérabilités face aux événements météorologiques extrêmes et aux dangers naturels et, en collaboration avec d'autres pouvoirs publics, elles prennent des mesures afin d'atténuer les risques pour la santé que posent les événements de ce type. Des systèmes d'avertissement précoce visant divers dangers naturels (p. ex., les vagues de chaleur et les tempêtes) ont été mis en place dans un certain nombre de collectivités au Canada. Le fait que la capacité technique d'émettre les avertissements ne va pas nécessairement de pair avec la capacité du public ou des institutions à réagir efficacement à ces messages est un problème associé à ces systèmes. Souvent, la capacité de l'avertissement à susciter une intervention adéquate de la part des organismes de gestion des urgences, des organisations communautaires et du public dans son ensemble n'est pas suffisante (ONU/SIPC, 2005b). Des efforts ont été entrepris dans plusieurs endroits à travers le monde afin de sensibiliser les gens aux dangers et de faire valoir l'importance des mesures de protection individuelle. Le Canada pourrait se prévaloir des expériences acquises ailleurs quant au développement et la mise en œuvre des systèmes d'avertissement pour protéger la santé.



Les données satellitaires, en combinaison avec les systèmes d'information géographique, sont fort utiles pour évaluer les causes, la progression, l'envergure et l'incidence des événements météorologiques extrêmes, ainsi que pour déterminer la façon de prévenir ou d'atténuer les catastrophes naturelles futures. Les images satellitaires peuvent aider les planificateurs et les équipes d'intervention d'urgence à repérer rapidement les endroits vulnérables ou les régions et

les populations touchées par les dangers naturels (Jedras, 2003). Des données satellitaires de surveillance des conditions météorologiques et du climat sont fournies ou utilisées à cette fin par le Centre canadien de télédétection, le Service météorologique du Canada, le Centre canadien de prévision d'ouragan, le Système canadien d'information sur les feux de végétation, le Réseau canadien de détection de la foudre et l'observatoire de la Terre de la National Aeronautics and Space Administration des États-Unis. Les mesures actuelles destinées à identifier l'avancement des événements météorologiques extrêmes qui peuvent présenter des risques pour la santé au Canada sont indiquées ci-après.

Vagues de chaleur

Selon Environnement Canada, une vague de chaleur est une période de 3 jours consécutifs ou plus pendant lesquels la température de l'air grimpe à au moins 32 °C. Cet organisme émet des avis météorologiques lorsqu'il prévoit une vague de chaleur (Environnement Canada, 2005a). D'après une recherche approfondie sur des sites Internet de santé publique, seulement un petit nombre de collectivités du Canada se livrent actuellement à des activités de gestion de la chaleur, notamment grâce à des systèmes d'avertissement de chaleur. De tels systèmes sont en place principalement dans les collectivités urbaines de l'Ontario et du Québec (Paszkowski, 2007). Le tableau 3.4 donne un aperçu des systèmes d'alerte existant dans les collectivités de l'Ontario. Peu de collectivités urbaines d'autres régions, même celles des provinces de l'Atlantique et des Prairies, disposent de systèmes d'avertissement officiels, bien que certaines offrent dans leur site Internet des renseignements et des conseils sur les mesures à prendre en cas de chaleur accablante, cela à l'intention des populations vulnérables. Toutefois, un bon nombre de grandes villes et de nombreuses petites collectivités urbaines ont entrepris des efforts d'écologisation qui peuvent contribuer à réduire l'effet d'îlot thermique urbain. Par contre, dans bien de cas, l'atténuation de la chaleur n'est pas mentionnée explicitement comme but ou avantage des activités en cours (Paszkowski, 2007).

Vagues de froid

Lorsque des températures inhabituellement basses, des vagues de froid ou des tempêtes de neige sont prévues en hiver, Environnement Canada émet des prévisions météorologiques qui comprennent en général des avertissements à court terme devant favoriser la prise de mesures de protection (Environnement Canada, 2003b, 2005b). Les organismes de santé municipaux et régionaux se servent de ces prévisions pour transmettre des alertes ou des avertissements de froid locaux. Il serait utile de disposer de prévisions exactes à long terme en ce qui concerne les vagues de froid afin de supporter les préparatifs des collectivités visant la protection des populations vulnérables.

Tableau 3.4 Résumé des mesures d'avertissement de chaleur et d'intervention dans les collectivités urbaines de l'Ontario

	Système	Seuil	Alerte	Intervention	Information
1	Aucun système spécialisé – Mention du système d'alerte de l'unité sanitaire.	Non indiqué.	Avis aux médias, avis affiché dans le site Internet. Avis affiché dans le site.	Information sur les moyens de se rafraîchir : centres communautaires, bibliothèques et piscines.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection. Personnes vulnérables : personnes âgées, enfants, personnes handicapées, malades chroniques.
2	Aucun système spécialisé – Lien vers le programme d'alerte à la chaleur de l'unité sanitaire.	Non indiqué.	Internet; lien vers le programme d'alerte à la chaleur de l'unité sanitaire.	Non indiquée.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection, aucune vulnérabilité spécifiée.
3	Aucun système spécialisé – Affichage d'alertes à la chaleur à l'unité sanitaire.	Non indiqué – température élevée, humidex, smog.	Avis affiché dans le site Internet; lien vers l'unité sanitaire.	Information sur les moyens de se rafraîchir : centres communautaires, bibliothèques et piscines.	Lien vers l'information de l'unité sanitaire; l'unité sanitaire recense les vulnérabilités.
4	Aucun système spécialisé – Mention du système d'alerte de l'unité sanitaire.	Émission d'un avis sur l'humidex par EC.	Affichage d'un avis de l'unité sanitaire dans le site Internet.	Installations publiques climatisées utilisées comme lieux permettant de se rafraîchir. Heures d'ouverture des piscines prolongées.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection. Personnes vulnérables : personnes âgées, enfants, personnes handicapées, malades chroniques.
5	Mention du système d'alerte à la chaleur de l'unité sanitaire.	Journée de chaleur extrême : humidex de 40.	Diffusion d'un avis aux médias.	Heures d'ouverture des piscines municipales et des pataugeoires prolongées.	Aucune information sur les risques de la chaleur ou sur la protection.
6	Aucun système spécialisé – Mention du système d'avis d'humidex d'EC.	Avis d'humidex d'EC : humidex de 40.	Aucune indiquée.	Aucune indiquée.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection. Personnes vulnérables : personnes âgées, enfants, personnes ayant un excès de poids, malades.
7	Aucun système spécialisé – Mention du système d'avis d'humidex d'EC.	Avis d'humidex d'EC : humidex de 40.	Avis affiché dans le site Internet; communiqué.	Installations publiques climatisées utilisées comme lieux permettant de se rafraîchir; distribution d'eau.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection. Personnes vulnérables : personnes âgées, enfants, personnes ayant un excès de poids, malades.
8	Système fondé sur le facteur humidex. Trois phases : *Phase 1* – avis de chaleur. *Phase 2* – avertissement de chaleur. *Phase 3* – alerte à la chaleur.	*Phase 1* – humidex de 40, 1 jour. *Phase 2* – humidex de 40, > 1 jour. *Phase 3* – humidex de 40, > 3 jours OU 45, 1 jour.	Avis aux médias, avis affiché dans le site Internet.	*Phase 1* – Diffusion d'un avis aux médias. *Phase 2* – Diffusion d'un avis aux médias avec renseignements supplémentaires. *Phase 3* – Le groupe de contrôle détermine l'intervention; peut comprendre des centres permettant de se rafraîchir, la prolongation des heures d'ouverture des piscines, des interventions ciblées.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection. Personnes vulnérables : personnes âgées, malades chroniques, bébés et enfants, personnes isolées socialement, personnes à mobilité réduite et prenant certains médicaments, personnes travaillant ou faisant de l'exercice à l'extérieur (efforts physiques intenses).
9	Plan d'alerte à la chaleur accablante en place, aucun détail fourni.	Non indiqué.	Avis affiché dans le site Internet; possibilité d'avis aux médias.	Non indiquée – plan d'intervention d'urgence en place.	Aucune information sur les risques de la chaleur ou sur la protection; chaleur extrême considérée comme un risque éventuel pour une collectivité.

suite à la page suivante

suite de la page précédente

	Système	Seuil	Alerte	Intervention	Information
10	Système fondé sur le facteur humidex; alerte à la chaleur extrême émis par le ministre de la Santé.	Humidex maximal : 40.	Avis affiché dans le site Internet; diffusion d'un avis aux médias, possibilité de composer le 311 pour se renseigner.	Installations de loisirs climatisées ouvertes tous les jours.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection. Personnes vulnérables : personnes âgées, enfants, personnes de santé fragile, personnes vivant seules.
11	Système fondé sur le facteur humidex. Trois phases : *Phase 1* – avis de chaleur. *Phase 2* – avertissement de chaleur. *Phase 3* – alerte à la chaleur extrême.	*Phase 1* – humidex de 36, 2 jours. *Phase 2* – phase 1 et smog OU humidex de 40, 2 jours. *Phase 3* – phase 2 et smog OU humidex de 45, 2 jours.	Avis affiché dans les sites Internet de la collectivité et de l'unité sanitaire; communiqué.	Diffusion de renseignements, extension des heures de piscine, extension des heures des refuges; communauté confirme avoir un plan d'urgence en cas de chaleur accablante.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection. Personnes vulnérables : personnes âgées, personnes isolées socialement et à faible revenu, malades chroniques, malades (y compris les personnes souffrant de maladie mentale), enfants, sans-abri.
12	Système fondé sur le facteur humidex.	Humidex de 40, 1 jour OU de 36, 3 jours; d'autres facteurs peuvent être pris en compte.	Alertes émises par l'unité de santé publique; aucun autre détail.	Non indiquée. Plan d'intervention d'urgence en place.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection (provenant de l'unité sanitaire). Personnes vulnérables : personnes âgées, jeunes enfants, personnes travaillant ou faisant de l'exercice à l'extérieur (efforts physiques intenses), personnes souffrant d'une maladie cardiaque ou pulmonaire chronique, personnes prenant certains médicaments, personnes touchées par des facteurs de risque comme l'obésité, la fièvre, la déshydratation, une mauvaise circulation sanguine ou des coups de soleil.
13	Système fondé sur la température ou le facteur humidex, 3 niveaux : *Niveau 1* – alerte à la chaleur. *Niveau 2* – avertissement de chaleur. *Niveau 3* – état d'urgence dû à la chaleur.	*Niveau 1* – 36, 2 jours. *Niveau 2* – Niveau 1 et smog OU 40, 2 jours. *Niveau 3* – Niveau 1 et facteurs situationnels OU Niveau 2 et smog OU 45, 2 jours.	Avis affiché dans le site Internet; avis public diffusé par voie de communiqué.	*Niveau 1* – diffusion d'information, indication des endroits climatisés. *Niveau 2* – mesures du niveau 1 plus ouverture des centres permettant aux personnes vulnérables de se rafraîchir. *Niveau 3* – mesures du niveau 2 et le « groupe de contrôle municipal » détermine les autres mesures à prendre.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection. Personnes vulnérables : enfants, personnes non acclimatées, personnes âgées, personnes souffrant de troubles médicaux chroniques

suite de la page précédente

	Système	Seuil	Alerte	Intervention	Information
14	Système fondé sur le facteur humidex, 3 *phases* : *Phase 1* – alerte à la chaleur. *Phase 2* – avertissement de chaleur. *Phase 3* – état d'urgence dû à la chaleur.	*Phase 1* – humidex de 36, 2 jours. *Phase 2* – humidex de 40, 2 jours. *Phase 3* – humidex de 45 et +, facteurs situationnels.	Le public est avisé par l'intermédiaire du site Internet, d'avis aux médias et d'avis aux prestataires de services.	Diffusion d'information, prolongation des heures d'ouverture des piscines, prolongation des heures d'ouverture des refuges; la collectivité mentionne l'existence d'un plan d'urgence en cas de chaleur, aucun autre détail.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection. Personnes vulnérables : personnes isolées, sans-abri, personnes prenant certains médicaments, personnes souffrant de troubles de santé (cardiopathie et néphropathie, problèmes respiratoires), personnes âgées, jeunes enfants, personnes non acclimatées – renseignements spécifiques à transmettre par les prestataires de services aux sans-abri.
15	Système de classement synoptique, 2 phases : *Phase 1* – alerte à la chaleur. *Phase 2* – alerte à la chaleur extrême.	*Phase 1* – probabilité de surmortalité : 0,65. *Phase 2* – probabilité de surmortalité : 0,90.	Le public est avisé par l'intermédiaire du site Internet , d'avis aux médias et d'avis aux prestataires de services.	*Phase 1* – Mise en place d'un service téléphonique par la Croix-Rouge, diffusion de renseignements, distribution d'eau, service de transport offert au besoin, prolongation des heures d'ouverture des refuges. *Phase 2* – Toutes les mesures de la phase 1 plus ouverture de 5 centres permettant de se rafraîchir, et prolongation des heures d'ouverture des piscines.	Information sur les risques de la chaleur et sur la protection. Personnes vulnérables : personnes âgées, personnes souffrant de maladies chroniques, personnes à mobilité réduite, personnes prenant certains médicaments, bébés et enfants d'âge préscolaire, personnes travaillant ou faisant de l'exercice à l'extérieur, sans-abri ou personnes dont le logement est inadéquat, personnes ayant un excès de poids; particularités propres aux enfants et aux personnes sous médication.

Source : Paszkowski, 2007.

Tonnerre et foudre

En cas de risque de tempêtes violentes, y comprise les orages, Environnement Canada émet des avertissements de temps violent. Au Canada, la foudre est surveillée par le Réseau canadien de détection de la foudre (Environnement Canada, 2003e). En combinaison avec les radars météorologiques (Doppler), ce réseau permet de répertorier les régions à risque élevé d'orages et de foudre (points chauds) et d'établir des cartes montrant la progression des orages (Environnement Canada, 2003a, 2003d, 2003e, 2007a). Les incendies de forêts et les feux de brousse, qui sont souvent déclenchés par la foudre, peuvent poser un risque constant pour les collectivités, particulièrement en été. Le Service canadien des forêts produit et publie sur Internet des cartes et des images satellitaires mises à jour quotidiennement en ce qui concerne les risques de feux de brousse et les points chauds à cet égard partout au Canada (RNCan, 2006c). De plus, GeoEye Incorporated publie fréquemment des images satellitaires des incendies de forêt et des panaches de pollution atmosphérique.

Inondations

Il existe plusieurs centres de prévision des inondations dans les collectivités et les provinces du Canada (p. ex., en Alberta, en Colombie-Britannique, dans la région des Grands Lacs, et à proximité de la rivière Kennebecasis et de la rivière Saint-Jean). Chaque système est adapté, en matière d'acquisition des données, de ressources affectées, de services d'information, d'administrateurs et d'associés, d'activités de sensibilisation et de diffusion, et de nomenclature des événements (p. ex., un avis de niveau d'eau élevé par rapport à un avertissement d'inondation), aux caractéristiques des collectivités qu'ils protègent. La plupart des systèmes comprennent des renseignements sur les facteurs qui influent sur les inondations, comme les conditions de neige, les températures, la configuration des précipitations, les niveaux d'eau et les caractéristiques du débit. Cette information est fournie par des organismes publics du Canada et des États-Unis, ainsi que par des entreprises privées. Les avertissements d'inondation sont le plus souvent transmis aux organismes d'intervention d'urgence, aux responsables de l'administration locale, à leurs homologues des gouvernements provincial et fédéral, et aux médias (Environnement Canada, 2007d).

Tornades

La caractérisation et la prévision des tempêtes violentes et des tornades dépendent des réseaux de surveillance météorologique par radar et des images satellitaires, qui permettent seulement des prévisions à court terme (Marsh et coll., 2007). À l'heure actuelle, les modèles météorologiques et climatiques dont on dispose ne sont pas suffisamment évolués pour pouvoir servir à la simulation et la prévision des orages violents et des tornades, qui ont lieu dans un endroit précis. Malgré tout, on peut utiliser des modèles pour simuler les conditions durant lesquelles ces événements se produisent.

Ouragans

Depuis les années 1970, on se sert de données et d'images satellitaires pour prédire le développement et le déplacement des ouragans dans l'Atlantique (Böttger et coll., 1975). Depuis cette époque, les améliorations apportées aux instruments satellitaires, aux instruments de surveillance largués, aux radars météorologiques, aux programmes informatiques, à la technologie des communications et à la coopération internationale ont grandement accru l'exactitude des prévisions des ouragans et la diffusion de ces renseignements au public. Le Centre canadien de prévision d'ouragan d'Environnement Canada à Dartmouth, en Nouvelle-Écosse, a utilisé ces éléments et d'autres moyens pour produire des avertissements précoces lors du passage de l'ouragan Juan et d'autres tempêtes tropicales qui ont menacé les habitants de la côte est du Canada. Parmi les améliorations apportées depuis l'ouragan Juan, mentionnons l'aménagement d'un nouvel immeuble, plus sûr, pour le Centre de prévision des intempéries de la Région de l'Atlantique (Environnement Canada, 2006a, 2006b).

Glissements de terrain

Pour certaines régions à forte densité de population et à risque élevé, comme le Saguenay-Lac-Saint-Jean et les rives du Bas-Saint-Laurent, au Québec, et certains secteurs de la Colombie-Britannique, des organismes gouvernementaux ont établi des cartes des risques et des guides de découpage des risques en zones afin d'aider à la protection des individus contre les risques que posent les glissements de terrain pour les gens et les biens (Lajoie, 1974; Miles & Associates Ltd., 2001; Evans et coll., 2002; Bilodeau et coll., 2005; Rouleau et coll., 2006).

3.6.2.4 Intervention, rétablissement et résilience

Au cours de la dernière décennie, nombre de régions et de grandes villes de l'Amérique du Nord ont connu des catastrophes et des situations d'urgence d'envergure. Ces circonstances ont mis à l'épreuve la capacité de protéger efficacement la vie, la santé et le bien-être des citoyens et a mis en lumière les lacunes relativement à l'intervention des gouvernements devant ces événements et au rétablissement des collectivités. On a donc mené plusieurs enquêtes afin d'étudier notre capacité de préparation à tout un éventail de situations d'urgence et de catastrophes à grande échelle. L'une de ces enquêtes a été entreprise à l'été 2000 par le Comité sénatorial permanent de la sécurité nationale et de la défense. Elle visait à déterminer les domaines dans lesquels le gouvernement fédéral devait le plus impérativement exercer son autorité « pour que le Canada puisse protéger le mieux possible ses citoyens, à un coût raisonnable » (Comité sénatorial permanent de la sécurité nationale et de la défense, 2004). Les conclusions de cette vaste étude sur les premiers intervenants s'appuyaient sur des entrevues approfondies avec des responsables clés de la préparation aux situations d'urgence, des visites sur place et les résultats d'enquête. Les principales conclusions de cette étude sont présentées ci-dessous.

- Les plus grandes villes sont généralement mieux préparées à faire face aux situations d'urgence et aux catastrophes.
- Plus de la moitié des villes de grande et moyenne taille ont dit être en mesure d'intervenir efficacement en cas d'urgence, selon les autorités interpellées.
- Peu de petites collectivités ont déclaré être en mesure d'intervenir efficacement en cas d'urgence, selon les autorités interpellées.
- Les principaux problèmes au chapitre de la capacité avaient trait aux communications et à la coordination entre les organismes d'intervention, aux communications avec le public, à l'accès aux ressources essentielles critiques et à la formation professionnelle.
- On souhaite véritablement établir un meilleur dialogue sur les questions touchant la préparation aux situations d'urgence entre les pouvoirs municipaux, provinciaux et fédéraux et, dans le cas des grandes villes, entre les pouvoirs municipaux et fédéraux.
- Il faut élaborer un plan national pour les situations d'urgence concernant la santé publique, et les municipalités doivent être parfaitement au courant de ce plan.

De plus, les faits montrent que, dans l'ensemble, les grandes villes sont mieux préparées à faire face aux situations d'urgence et aux catastrophes que les petites collectivités. Une enquête réalisée en 2005 auprès des responsables de la gestion des urgences dans huit grandes villes du Canada a révélé que presque toutes les collectivités de moyenne ou grande taille avaient désigné un responsable à temps plein de la préparation aux situations d'urgence, et que les responsables de la plupart des grandes villes estimaient être en mesure de réagir efficacement à une situation d'urgence (Santé Canada, 2005c). Dans la plupart des cas, la création de capacités d'intervention avait exigé une part croissante du budget municipal et, donc, une diminution des fonds dont on disposait pour d'autres fonctions municipales. De nombreuses collectivités avaient reçu très peu de financement, pour les premiers intervenants, de la part des paliers supérieurs des pouvoirs publics (c'est-à-dire des gouvernements fédéral et provincial). Bien des activités se rapportant à la formation en matière de préparation ont été limitées à cause de budgets municipaux limités (Santé Canada, 2005a).

Exercice de simulation d'une onde de tempête à Shédiac, Nouveau-Brunswick en 2005

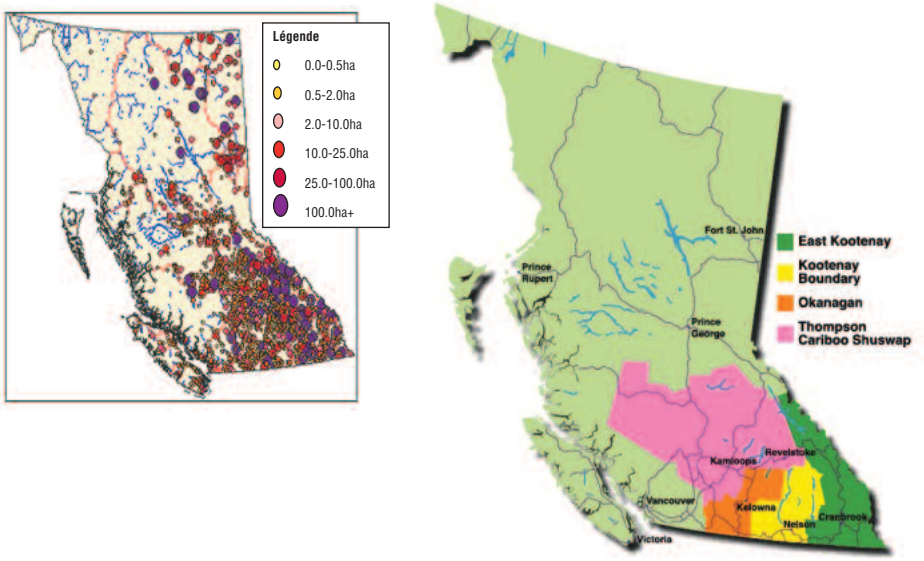
Étant donné que de nombreux Canadiens exposés aux dangers naturels habitent de petites collectivités et des régions situées à l'extérieur des zones métropolitaines, le renforcement de leur capacité à gérer les dangers qui touchent leur région devrait figurer parmi les priorités pour ces régions. Des exercices de simulation sur table effectués dans deux petites collectivités du Nouveau-Brunswick et de Terre-Neuve dans le but d'évaluer leur capacité de répondre à une situation de vague de tempête ont fourni des renseignements sur le type de soutien et sur les améliorations dont les petites collectivités ont besoin pour gérer des urgences futures (Santé Canada, 2007c). Bien que les petites collectivités soient en mesure d'affronter les événements d'une certaine ampleur et durée, le type de dangers que les événements météorologiques extrêmes peuvent provoquer dépasserait souvent la capacité des services locaux et même, dans certaines situations, la capacité régionale. Les deux exercices ont révélé qu'il y avait des avantages à examiner la façon dont les autorités dans l'ensemble, sans égard aux limites des municipalités, des secteurs et des organismes, de même que des différents paliers de pouvoirs publics, coordonnent leurs activités et collaborent afin de répondre aux graves situations d'urgence et ont identifié des manières dont la préparation pourrait s'améliorer (Santé Canada, 2007c).

Étude de cas : Incendies de forêt près de Kelowna (Colombie-Britannique), en 2003

En 2003, l'intérieur méridional de la Colombie-Britannique a connu son printemps et son été les plus secs depuis 1929. L'année précédente, on avait revu les plans locaux, régionaux et provinciaux de lutte contre les incendies et d'intervention d'urgence afin de mieux faire face aux incendies dans les régions où l'on avait construit des bâtiments en milieu sauvage riche en végétation combustible comme des herbes, des arbustes et des arbres (Gouvernement de la Colombie-Britannique, 2002). Toutefois, ces plans avaient sous-estimé la possibilité d'une sécheresse record générant d'énormes quantités de combustible sec combinée avec des vents. Cette combinaison de facteurs environnementaux a permis le déclenchement d'incendies de forêt se propageant de manière incontrôlable. Qui plus est, les plans d'urgence ne comprenaient aucune disposition pour faire face aux conséquences physiques, sociales et sanitaires de ces incendies de forêts après coup.

Cet été-là, en Colombie-Britannique, plus de 266 000 hectares de forêts ont été dévastés par plus de 2 500 feux de brousse. Trois pilotes qui prenaient part à la lutte contre ces incendies ont péri. Les incendies ont forcé l'évacuation de plus de 45 000 personnes, détruit au moins 350 maisons et entreprises, endommagé les infrastructures de transport et de communication et exigé la participation d'environ 6 000 pompiers. Le coût total de ces incendies s'est élevé à quelque 700 millions de dollars (Anderson et coll., 2003; Filmon et coll., 2004). Parmi les foyers d'incendie ayant eu les effets les plus graves sur la santé et le bien-être des collectivités, mentionnons l'incendie dans le parc Okanagan Mountain près de Kelowna (voir la figure 3.9). Cet incendie s'est déclaré le 16 août 2003; il s'est rapidement propagé à cause des vents, et il a fallu déployer des efforts considérables pour le maîtriser. À la fin, il avait atteint les abords de la ville de Kelowna, où il a brûlé 238 maisons et forcé l'évacuation temporaire d'environ 5 000 résidents (Anderson et coll., 2003).

Figure 3.9 Incendies de forêt en Colombie-Britannique en 2003 (gauche) et districts administratifs de l'Interior Health Authority les plus touchés par les incendies (droite)



Sources : Filmon et coll., 2004; Interior Health Authority de la Colombie-Britannique, 2007.

Sur le territoire desservi par les services de santé de Thompson Cariboo Shuswap, on a dû évacuer des patients sur des distances allant jusqu'à 55 kilomètres, et il a fallu prévoir pour eux un hébergement d'urgence dans d'autres établissements publics et privés de soins de santé. Dans la région desservie par les services de santé d'East Kootenay, il a également fallu transférer des patients d'urgence. Cette première expérience s'est avérée utile lorsqu'on a du évacuer vers d'autres villes environ 100 patients d'un établissement de soins privé de Kelowna. L'évacuation et le soin des personnes hospitalisées et des résidents d'établissements de soins de longue durée ont exigé des efforts considérables de la part des autorités sanitaires, ainsi que des gestionnaires et du personnel des services d'ambulance, dont certains avaient également perdu leur maison à cause de l'incendie (Anderson et coll., 2003; Interior Health Authority de la Colombie-Britannique, 2003).

Des organisations non gouvernementales, comme la Croix-Rouge canadienne, l'Armée du Salut, le Mennonite Disaster Relief Fund, et d'autres organismes ont également offert une aide indispensable aux évacués et à d'autres personnes touchées par la catastrophe. En octobre 2003, le gouvernement fédéral a remis une somme de 100 millions de dollars au gouvernement de la Colombie-Britannique pour secourir les sinistrés.

En novembre 2003, le ministère de la Santé de la Colombie-Britannique a demandé un examen du rendement des services de santé pendant les incendies catastrophiques d'août 2003. Le rapport a été terminé en janvier 2004. Dans l'ensemble, il indiquait un rendement satisfaisant, mais il comprenait également 21 recommandations d'améliorations (Lynch, 2004). Le gouvernement de la Colombie-Britannique a en outre mis en place une équipe provinciale d'examen des tempêtes de feu de 2003, chargée de recommander des améliorations au programme provincial en matière d'urgences et aux plans d'urgence communautaires d'échelle locale et régionale. L'équipe s'est principalement intéressée

au rendement des organismes provinciaux responsables de la gestion des forêts, de la prévention et de la maîtrise des incendies de forêt, des services d'urgence et des évacuations ainsi que du rétablissement après les situations d'urgence, et elle a formulé de nombreuses recommandations en vue d'améliorations (Filmon et coll., 2004). En 2006, le Service des forêts de la Colombie-Britannique a produit une stratégie révisée devant permettre de mieux affronter les prochains feux de forêts et de friches (Foglam, 2006). L'expérience acquise par les services d'urgence et de santé lors des incendies catastrophiques de 2003 en Colombie-Britannique (synthétisée par Filmon et coll., 2004 et Lynch, 2004) pourrait être utilisée dans le reste des régions du Canada qui sont à risque d'incendies de forêts et de brousse.

L'adaptation efficace par le recours à des activités de gestion des urgences accroît la résistance des gens et des collectivités face aux catastrophes. La résistance est la capacité d'un système, d'une collectivité ou d'une société à se maintenir, à récupérer ou à changer devant un événement météorologique extrême ou une catastrophe, afin d'assurer et de préserver un degré de fonctionnement acceptable (SPPCC, 2005a). L'accroissement de la résilience exige une approche globale « tous dangers » et « toutes vulnérabilités », qui consiste notamment à déterminer tous les aspects clés de la vulnérabilité et à s'attaquer à ceux-ci (Henstra et coll., 2004), y compris les populations vulnérables spécifiques. La résilience est également tributaire de la santé de la population : les gens en santé s'adaptent mieux aux risques pour la santé associés aux changements climatiques et aux autres changements environnementaux (McMichael, 2003).

Pour déterminer si des personnes et des collectivités sont résilientes, il est nécessaire de mieux documenter et comprendre les effets à long terme des catastrophes naturelles sur les déterminants importants de la santé, comme l'emploi, les services de santé, les réseaux sociaux et la modification de l'environnement (p. ex., la qualité de l'eau). Aucun des dangers naturels en cause n'a fait l'objet d'une étude multidisciplinaire au Canada pour répondre aux besoins de recherche en cette matière. Ce type de recherches est nécessaire pour mieux comprendre la résilience des Canadiens devant les dangers naturels qui frappent de façon plus ou moins régulière et qui sont appelés à augmenter à l'avenir dus aux changements climatiques.

3.6.3 Adaptation : obstacles et possibilités

Les études réalisées dans le cadre du Projet canadien d'évaluation des dangers naturels indiquent que, malgré certaines améliorations apportées à la capacité de planification et d'intervention, le Canada est aujourd'hui plus vulnérable aux dangers naturels en raison de l'accroissement de la population, de l'urbanisation et du vieillissement de la population et des infrastructures, qui aggravent la détérioration de l'environnement et la surutilisation des technologies (Environnement Canada, 2003c). Une étude des décès et de l'accroissement des pertes économiques attribuables aux conditions météorologiques et climatiques extrêmes, au cours du 20^{e} siècle aux États-Unis, a révélé que cette tendance s'explique principalement par des facteurs contribuant à l'augmentation de la vulnérabilité : croissance de la population dans les grandes zones urbaines et dans les plaines d'inondation et les zones côtières à haut risque, multiplication des biens soumis à des dommages, hausse de la valeur des biens et autres changements sociétaux (Kunkel et coll., 1999). Nous indiquons au chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada, que des préoccupations ont été exprimées au sujet des efforts actuels, à tous les niveaux, visant la gestion et l'atténuation des risques que posent les dangers naturels et les événements météorologiques extrêmes au Canada. Les lacunes en matière d'atténuation, de planification, de préparation aux répercussions possibles des dangers naturels contribuent à la vulnérabilité des Canadiens à titre individuel et collectif. Les obstacles actuels aux progrès dans la gestion des urgences, qui visent à améliorer l'adaptation aux risques pour la santé causés par les dangers naturels ainsi que les possibilités d'action, sont abordés à la prochaine section, en même temps que les possibilités qui existent à cet égard.

3.6.3.1 Obstacles

L'élaboration et la mise en œuvre de stratégies, de politiques et de mesures efficaces pour réduire la vulnérabilité actuelle et future relative aux effets des changements climatiques sur la santé se butent à certains obstacles. Le fait d'être en mesure de s'adapter ne garantit pas que les Canadiens ou les responsables de la gestion de la santé et des urgences vont prendre les mesures nécessaires pour réduire les risques associés aux dangers naturels. En effet, les valeurs véhiculées dans la société, les perceptions et le degré de compréhension sont tous des facteurs qui façonnent en grande partie les comportements d'adaptation (Schneider, 2004). La plupart des décisions d'adaptation sont prises par des personnes, au sein de l'industrie et des collectivités, qui souhaitent préserver leurs intérêts immédiats, comme leur santé, celle de leur famille et leurs biens. De même, les investissements et les mesures destinés à prévenir ou à atténuer les conséquences des événements futurs arrivent souvent principalement après une catastrophe; on vise ainsi à prévenir ces événements et à réduire les risques de répercussions de même nature dans l'avenir.

Des difficultés quant à l'adaptation surgissent lorsque les mesures proposées ne sont pas réalisables sur le plan technique ou que leur efficacité n'a pas été démontrée. En outre, en raison du court délai dont on dispose pour la détection et l'alerte, de nombreux événements météorologiques extrêmes, comme les tornades, ne laissent que peu de temps pour se préparer ou pour trouver refuge et, par conséquent, la morbidité et la mortalité qui en découlent sont sans doute proportionnellement plus élevées que celles attribuables à certaines autres catastrophes (Greenough et coll., 2001). Les répercussions de l'ouragan Juan ayant frappé la Nouvelle-Écosse en septembre 2003 ont également montré qu'une grande partie des dommages causés par les tempêtes violentes, comme les ouragans, peuvent quelques fois être évités, même si les mesures de préparation et de gestion des urgences créées par les ouragans visent tant la prévention des dommages que le rétablissement.

Les contraintes touchant l'adaptation de la collectivité comprennent en outre les conséquences environnementales des mesures proposées (p. ex., les digues), les coûts économiques, le manque de formation et la capacité des institutions, particulièrement dans les petites collectivités, ainsi que leur acceptabilité sur les plans social et juridique (Ebi et coll., 2006). Les ressources dont on dispose pour l'atténuation et la prévention des catastrophes peuvent être partagées ou convoitées à d'autres fins dans le domaine de la santé publique (McMichael, 2003). Les débats concernant les coûts des mesures d'adaptation et leur distribution auprès des instances publiques et privées figurent parmi les nombreux obstacles à la mise en œuvre de mesures efficaces. On n'obtient le rendement des investissements dans la prévention et l'atténuation qu'après une catastrophe, tandis que les coûts d'investissement sont immédiats, et peuvent être considérables. Les collectivités peuvent être peu incitées, sur le plan économique, à investir dans des mesures de prévention, car la plupart des coûts financiers du rétablissement sont assumés par les assureurs et par les pouvoirs publics des paliers supérieurs.

Les perceptions, les attitudes et les connaissances des rôles des décideurs à l'endroit des changements climatiques s'avèrent des éléments importants du processus d'adaptation et peuvent être des obstacles à la mise en place de mesures. De plus, l'intérêt pour l'atténuation des catastrophes est intermittent, et les citoyens estiment en général que la probabilité de pertes attribuables à ces événements est faible, cela parce que des catastrophes du même type sont peu fréquentes et frappent rarement le même lieu à l'intérieur d'un laps de temps. Toutefois, en raison de l'augmentation de la fréquence d'événements météorologiques extrêmes, la couverture médiatique risque de changer la perception du public au sujet de la nécessité des investissements dans l'atténuation des catastrophes. Ces obstacles ainsi que d'autres font l'objet des discussions des chapitres 6, Les effets des changements climatiques au Québec et 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada.

Étude de cas : Leçons tirées de l'inondation de 1996 au Saguenay (Québec)

Courtoisie de Canada Centre for Remote Sensing, Natural Resources Canada, 1996

Une enquête officielle sur les causes et les conséquences de l'inondation au Saguenay a révélé une « attitude d'autruche » chez les résidents et les pouvoirs municipaux et régionaux. Tous ont nié la possibilité d'une inondation grave (Conseil pour la prévention et la gestion des sinistres et des crises (CPGSC), 1998). Cette situation n'était sans doute pas unique à la région du Saguenay. Une autre étude a révélé que, dans les collectivités situées dans la vallée du haut Saint-Laurent, on n'avait accordé que peu d'attention à la prévention des inondations; la colonisation des plaines d'inondation s'était poursuivie et, dans certains cas, avait augmenté considérablement depuis les années 1970, l'expansion urbaine ne semblant pas être freinée par la présence de plaines d'inondation. Le fait que les gens comptaient sur l'indemnisation par le gouvernement à titre « d'assurance » peut avoir renforcé cette tendance (Doyon et Côté, 2006). Après l'inondation du Saguenay, on a formulé des recommandations pour la mise en place d'une « culture de la sécurité publique » : 1. renforcement et intégration de la planification et de la collaboration en matière municipale et en matière de sécurité publique; 2. accroissement du soutien à la Sécurité publique du Québec afin d'augmenter les effectifs chargés de la sécurité publique ainsi que leur formation et celle du personnel de renfort; 3. sensibilisation des gens et des organismes au sujet de leurs responsabilités en matière de sécurité collective; 4. appui de la recherche appliquée par l'intermédiaire d'un institut spécial dont les travaux seraient axés sur la formation, la recherche et l'intervention dans le domaine de la sécurité publique (CPSCG, 1998).

3.6.3.2 Possibilités

On dispose de connaissances suffisantes sur les risques et les répercussions des dangers naturels pour prendre des mesures proactives de protection de la santé. Par exemple, on peut faire appel à un ensemble d'outils et de technologies, comme les enquêtes sur les dangers géologiques, les photographies aériennes, les images satellitaires, la modélisation mathématique et les systèmes d'information géographique, pour relever et cartographier les dangers d'origine géomorphologique, comme les régions propices aux avalanches, aux glissements de terrain et aux éboulements. On peut imposer par voie réglementaire l'établissement de cartes sur la stabilité des terrains, et fournir des directives quant à leur application (Resources and Information Standards Committee (RISC), 1997; Evans et coll., 2002; Association of Professional Engineers and Geoscientists of British Columbia (APEGBC), 2006; RNCan, 2006c; Klamath Resource Information System (KRIS), 2007; McLaren, 2007). Dans le cadre du Programme d'action communautaire visant les Autochtones et les habitants du Nord, on finance des études sur l'évaluation des répercussions des changements climatiques sur les collectivités du Nord au-delà et en deçà du cercle polaire. Ces études visent à garantir la santé et la sécurité des résidents du Nord et le développement durable des collectivités, en plus d'améliorer la capacité de gestion des risques que posent les dangers naturels causés par les changements climatiques (Ministère des affaires indiennes et du Nord (MAINC), 2006). En outre, dans certains cas, on peut prendre des mesures de stabilisation pour réduire la probabilité de dommages aux biens ou de pertes, ou encore de blessures ou de décès découlant de glissements de terrain (Chatwin et coll., 1994; Gouvernement de l'Alberta, 2005). Ces mesures peuvent comprendre

l'installation de structures de stabilisation ou de protection sur les pentes, la plantation d'arbustes ou d'arbres sur les pentes, la protection des forêts existantes, la libération planifiée des accumulations de neige et l'élimination des masses de neige ou des terrains instables.

De nombreuses mesures d'adaptation sont possibles à des coûts raisonnables. Par exemple, on peut protéger les immeubles contre la foudre grâce à une norme nationale sur les systèmes de protection contre la foudre (CAN/CSA-B72-M87) (International Association of Electrical Inspectors (IAEI), 2000). L'efficacité de tels systèmes a été démontrée par une enquête réalisée sur dix ans en Ontario durant les années 1930. À cette époque, 10 079 structures non protégées ont été endommagées par des incendies causés par la foudre, mais seuls 60 incendies de cette origine ont frappé des immeubles protégés; en outre, dans la plupart de ces cas, les paratonnerres n'avaient pas été installés correctement (Aulich et coll., 2001).

On a construit un canal de crue en 1960 avec 63,2 millions de dollars aux frais des contribuables afin de réacheminer l'eau excédentaire provenant occasionnellement de la rivière Rouge près de la ville de Winnipeg. Bien que ce canal ait été coûteux à construire, et encore plus à modifier, on a épargné par la suite, 8 milliards de dollars en coûts de dommages et de reconstruction potentiels (SPC, 2008).

La stratégie nationale d'atténuation des catastrophes du Canada reconnaît le besoin de créer des activités d'adaptation aux changements climatiques afin de réduire les risques de désastres (SPPCC, 2008). La bonne planification et l'aménagement du territoire approprié peuvent prévenir une bonne partie des torts et des pertes de biens causés par les dangers naturels. De nouveaux renseignements concernant la nature des dangers naturels et leurs répercussions sur la santé pourraient faciliter l'élaboration des stratégies nécessaires en matière de gestion des risques ainsi que leur intégration à diverses pratiques professionnelles (par exemple, dans la planification de l'aménagement du territoire, en santé publique et dans les soins médicaux et dans la gestion de l'environnement). Le concept d'intégration des risques d'origine climatique aux pratiques courantes désigne la prise en compte explicite du climat et des risques associés dans le cadre des processus décisionnels. Ce concept est crucial pour améliorer le fondement des décisions prises par les institutions et les particuliers au sujet des risques avec lesquels on doit composer, aujourd'hui comme demain.

Les études sur la santé qui concernent les vulnérabilités individuelles particulières génèrent aussi des connaissances utiles qui peuvent éclairer les mesures d'adaptation. Par exemple, les résultats d'études en laboratoire et d'études épidémiologiques indiquent que la plage de température confortable et tolérable pour les humains est bien définie. La vulnérabilité à la température varie en fonction de l'âge et elle est déterminée par le sexe, l'état de santé, le degré d'acclimatation aux changements saisonniers et les facteurs socio-économiques. Ainsi, il est possible de caractériser les groupes de population les plus vulnérables à l'échelle locale et régionale, de sorte que les mesures de protection soient axées sur ceux-ci, ainsi que d'améliorer l'exactitude de la modélisation mathématique (projections) des répercussions des climats futurs sur la santé. Des spécialistes de bien des domaines doivent prendre en compte les nouvelles connaissances sur le climat et ses répercussions afin d'améliorer les systèmes actuels, de protéger la population croissante et de communiquer avec les chercheurs au sujet des renseignements et données supplémentaires dont ils peuvent avoir besoin pour perfectionner les pratiques de gestion des risques.

3.7 LACUNES SUR LE PLAN DES CONNAISSANCES

On a décelé plusieurs lacunes dans les connaissances concernant les dangers naturels et leurs répercussions sur la santé humaine de même que les effets des changements climatiques sur l'exposition des Canadiens à ces dangers et à leurs incidences. Il est essentiel de combler les lacunes indiquées ci-après afin de favoriser l'élaboration de mesures efficaces de gestion de la santé publique et des urgences, dans le but de protéger les Canadiens contre les risques sanitaires accrus découlant des changements climatiques :

- une meilleure compréhension des risques pour la santé associés à des dangers naturels particuliers (p. ex., les inondations);
- l'élargissement des données sur tous les indicateurs des répercussions des dangers naturels sur la santé au Canada. Plus particulièrement, nous devons disposer de meilleurs systèmes de production de rapports concernant les répercussions des dangers naturels sur la santé;
- une meilleure compréhension des conséquences sociales, psychologiques et mentales des catastrophes, de sorte que les collectivités et les professionnels de la santé puissent mieux prévoir les catastrophes, préparer les populations vulnérables et élaborer des programmes adéquats pour en contrer les effets;
- une meilleure compréhension du rôle des services de santé dans l'atténuation des dangers naturels et dans l'aide aux victimes de catastrophes naturelles;
- des enquêtes sur l'efficacité des systèmes d'avertissement et de prévention;
- étude des caractéristiques ou des qualités qui rendent certaines populations plus vulnérables aux changements climatiques, aux événements climatiques extrêmes et à leurs effets sur la santé, ainsi que de la répartition de ces groupes vulnérables au Canada; et
- recherche sur l'efficacité des messages et des stratégies de sensibilisation destinés à changer les comportements des gens afin de réduire les risques pour la santé (p. ex., diffusion de messages adéquats durant les situations d'urgence) ainsi que des interventions des responsables de la santé publique.

3.8 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

3.8.1 Conclusions

Les dangers naturels posent divers risques d'ampleur variable pour la santé des Canadiens dans toutes les régions du pays. Les sécheresses, les tempêtes violentes, la chaleur et le froid extrêmes, les ondes de tempête, les inondations et les autres dangers naturels liés au climat peuvent nuire à la santé et au bien-être social en générant un risque accru de blessures, de maladies, de troubles liés au stress et de décès. Les dangers naturels peuvent avoir des répercussions indirectes sur la santé en causant des perturbations aux économies locales et régionales, des interruptions dans les services ou les soins de santé, des dommages aux infrastructures et des déplacements de populations. Dans les années 1990, les catastrophes ont été responsables d'environ 170 décès et 1 000 blessures, et ont fait quelque

700 000 sinistrés au Canada. Les événements météorologiques extrêmes, comme la tempête de verglas qui a frappé l'est du Canada en 1998, l'ouragan Juan, qui a touché le Canada atlantique en 2003, et les récents incendies de forêt et inondations qui se sont produits un peu partout au pays, sont des exemples de dangers naturels ayant eu des répercussions importantes sur la situation économique et la santé et le bien-être des gens des collectivités touchées. Bien que la mortalité attribuable aux catastrophes naturelles au Canada ait diminué au cours des dernières décennies, les blessures, les évacuations et les répercussions économiques ont augmenté.

L'envergure des effets des dangers naturels sur la santé n'est pas bien comprise et ses divers effets ne sont pas bien répertoriés. Les effets sur la santé ont tendance à être sous-estimés car seulement les répercussions d'événements d'une certaine envergure sont tenues en compte dans les études et les bases de données en place. Des données complètes sur la santé se doivent d`être enregistrées pendant et après les événements météorologiques extrêmes afin de rendre possible des études sur les populations vulnérables. Les résultats d'études d'un événement particulier sont difficilement applicables à la population entière du Canada étant donné la diversité des régions. Un financement plus large et de nouvelles approches méthodologiques sont nécessaires à l'élargissement de la recherche dans ce domaine afin de permettre la conjugaison des efforts dans toutes les disciplines pertinentes.

Les événements météorologiques extrêmes peuvent avoir des répercussions psychologiques et sociales importantes, et les effets peuvent être ressentis longtemps après que le personnel d'intervention d'urgence a quitté la région de la catastrophe. Des études récentes ont montré que, plus la durée de la perturbation induite par un événement est longue, plus le degré de stress ressenti est élevé. Ainsi, la capacité d'accommodation d'une personne face à la situation peut être réduite. Certaines recherches ont été réalisées, principalement dans d'autres pays que le Canada, sur les effets psychologiques et sociaux des événements météorologiques soudains et dévastateurs. On doit accorder plus d'attention aux effets à long terme des catastrophes naturelles de diverses ampleurs sur la santé des personnes et des collectivités.

Au Canada, les dangers naturels représentent un risque plus élevé pour la santé de certaines populations. Les gens dont le revenu est faible peuvent avoir de la difficulté à surmonter les effets stressants des catastrophes, car ils souffrent peut-être déjà de stress chronique causé par un logement inadéquat et une alimentation insuffisante, et ils ne peuvent financièrement se permettre de chercher de l'aide auprès des professionnels de la santé mentale, de se procurer des médicaments et d'autre équipement, réparer ou remplacer les biens perdus. Les personnes âgées constituent l'un des groupes pour lesquels le risque est le plus élevé en cas de catastrophe naturelle d'origine météorologique. Elles peuvent être isolées socialement et disposer de peu de ressources économiques. Les personnes âgées peuvent également ne pas être suffisamment mobiles pour quitter les endroits dangereux, ce qui augmente la probabilité de stress physique et les traumatismes. Les enfants, comme les personnes âgées, figurent parmi les groupes les plus vulnérables en cas de catastrophe d'origine météorologique.

Les changements climatiques influent sur une vaste gamme de dangers naturels qui touchent les Canadiens et les collectivités partout au pays. Le réchauffement du climat est sans équivoque, et les risques de dangers naturels ayant une incidence sur la santé vont augmenter considérablement. Autour du monde et en Amérique du Nord, on prévoit que les phénomènes dangereux pour la santé, sauf les journées froides, vont s'intensifier. On prévoit ainsi un plus grand nombre de jours chauds et des vagues de chaleur plus fréquentes et intenses. Les villes qui connaissent actuellement des vagues de chaleur au Canada (p. ex., Montréal, Toronto, Hamilton, Winnipeg, Saskatoon et Calgary) vont devoir en plus composer avec un plus grand nombre d'événements de la sorte, dont l'intensité et la durée seront accrues, ce qui

posera des risques graves pour les populations vulnérables. On prévoit par ailleurs dans diverses régions du Canada des épisodes de fortes précipitations et des ouragans plus fréquents et plus intenses, ce qui accroîtra les risques d'inondations; de même, les sécheresses et les incendies de forêts et feux de brousse deviendront sans doute plus courants.

La gestion des urgences au Canada possède de solides assises, sur lesquelles on peut fonder l'adaptation aux risques futurs découlant des dangers naturels liés aux changements climatiques. Bien que certaines collectivités et les gouvernements à l'échelle fédérale et provinciale agissent en vue de réduire les risques, d'autres ne prennent que peu ou pas de mesures à cet égard. Les investissements consentis récemment dans le domaine de la gestion des situations d'urgence ont en général visé l'amélioration des avertissements, la cartographie des dangers ou le renforcement des activités d'intervention. Malgré l'importance de ces activités nécessaires, les investissements dans la prévention et l'atténuation au pays ont été limités. Bon nombre de risques sont aggravés par les conditions environnementales et sociales qui, ensemble, peuvent accroître les répercussions des événements et causer des catastrophes. Dans bien des cas, les collectivités ne sont pas préparées à un changement d'ampleur ou de fréquence de ces risques. Les coûts en hausse constante associés aux répercussions des dangers naturels et des catastrophes pourraient fort bien devenir une motivation pour susciter des investissements publics dans la prévention; par contre un faux sentiment de sécurité continue d'entraver les progrès en ce sens.

En outre, des problèmes institutionnels se posent par rapport à la protection des Canadiens contre les dangers naturels qui peuvent avoir une incidence sur la santé. Au Canada, la collaboration intergouvernementale en matière de prévention et d'atténuation est essentielle à l'élaboration et à la mise en œuvre de politiques pour l'atténuation des catastrophes. Bien que la responsabilité de la gestion des catastrophes soit en bonne partite déléguée aux administrations municipales, des mécanismes de collaboration et de coordination sont mis en place entre tous les paliers et au sein du secteur bénévole de la société.

Étant donné que les catastrophes surviennent relativement rarement, l'intérêt envers la prévention de celles-ci peut être intermittent et de courte durée, et les citoyens estiment en général que la probabilité de pertes à cause de tels événements est faible. La période qui suit une catastrophe est propice à l'amélioration des mesures de prévention et à l'élaboration de politiques, mais l'objectif principal devient rapidement le rétablissement, dans les plus brefs délais possibles, de la situation « normale » au sein de la collectivité. Une bonne gestion des risques provenant de plusieurs dangers naturels peut requérir des engagements à long-terme et d'importants investissements des secteurs public et privé. La sensibilisation du public à ces risques est nécessaire à la prise d'action. La surveillance des répercussions de l'éventail entier des dangers naturels et les rapports à ce chapitre sont essentiels à la prise de décisions éclairées sur les priorités pour passer à l'action. À cette fin, on peut faire appel à la modélisation du climat pour prévoir les changements des conditions qui peuvent influer sur le risque pour les populations et faciliter l'identification des dangers éventuels et des vulnérabilités.

3.8.2 Recommandations

Les Canadiens disposent, par l'intermédiaire d'institutions publiques et privées, d'un large éventail de capacités d'adaptation, et ont connu des réussites et des échecs marqués en matière d'atténuation, de préparation aux interventions d'urgences et de rétablissement aux événements météorologiques naturels du pays. Dans la plupart des cas, nous avons amélioré nos systèmes de gestion des urgences en réactions à des catastrophes naturelles ou des

événements de grande envergure. On doit maintenant anticiper et prendre davantage de mesures préventives afin d'atténuer et se préparer à un éventuel accroissement de la fréquence et de l'intensité des événements météorologiques extrêmes. Le partage des connaissances et la collaboration dans le développement des politiques et de la planification entre les spécialistes de la santé publique, de la gestion des urgences et des dangers liés aux changements climatiques doivent être renforcés. On doit innover afin d'engager ces divers secteurs de responsabilité à travailler ensemble afin de réduire les risques pour la santé. Par exemple, la conception adéquate des infrastructures et des réseaux de transport peut réduire les vulnérabilités pour la santé de même qu'augmenter la résilience aux dangers naturels et la qualité de l'environnement. Il existe de nombreuses possibilités de collaboration entre les divers paliers de pouvoirs publics, à travers la communication des pratiques exemplaires et l'intégration des systèmes d'avertissement. Parmi les priorités pour l'amélioration de la prévention et la gestion des risques sanitaires découlant des événements météorologiques extrêmes et des catastrophes et pour l'accroissement de la résilience mentionnons ceux-ci :

Investissement dans les infrastructures et les services

Des parties importantes des infrastructures au Canada doivent être renouvelées et étendues dans de nombreuses villes et de petites collectivités. Le programme Chantiers Canada fournit 33 milliards de dollars de 2007 à 2014 dans le but de subvenir aux besoins en matière d'infrastructure au Canada. Lancé en 2007, le programme encadre la collaboration des gouvernements à tous les paliers visant à améliorer l'infrastructure au Canada. Il est impératif de renouveler les investissements afin que les infrastructures nouvelles ou celles mises à niveau puissent supporter la fréquence et l'intensité accrues des dangers naturels prévus au cours des prochaines décennies au fur et à mesure que le climat change. Des occasions se présentent afin d'avancer dans cette direction, notamment la collaboration entre le Conseil canadien des ingénieurs professionnels et Ressources naturelles Canada en vue de l'amélioration des codes et des normes du bâtiment en fonction des conditions climatiques changeantes. Toutefois, les planificateurs et les responsables du gouvernement doivent utiliser cette information et adopter une perspective à long terme dans le cadre de leurs processus décisionnels afin d'assurer la protection des individus et des collectivités.

Investissement dans les connaissances afin de réduire l'incertitude associée à la prise de décisions

La recherche sur les dangers naturels, les vulnérabilités actuelles et les répercussions sur la santé au Canada aide à réduire les incertitudes dans ce domaine et soulèvent les besoins en terme d'intervention. Les professionnels de la santé publique et de la gestion des situations d'urgence ont besoin de plus de connaissances sur les risques liés aux changements climatiques et les effets sur la santé, et on doit accorder une attention plus grande à la recherche sur la capacité d'adaptation du système de santé afin de planifier et de réagir aux événements liés aux changements climatiques. Ce chapitre s'ajoute aux résultats du Projet canadien d'évaluation des dangers naturels, un effort conjoint du Service météorologique du Canada, de Sécurité publique et Protection civile Canada et de l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques, visant à évaluer les dangers naturels au Canada, à recenser les vulnérabilités existantes, et à assurer la prise de décision éclairée. La coordination de la recherche et la défense des intérêts au sein du milieu de la gestion des urgences s'améliore grâce au Réseau canadien d'étude des risques et des dangers, mis sur pied en 2003 dans le but de favoriser la réduction des risques de catastrophe et la gestion des catastrophes au Canada. Ce réseau offre la possibilité de continuer à accroître la capacité de recherche au Canada et l'intégration des résultats des recherches à l'élaboration des politiques et à la planification à tous les paliers de pouvoirs publics.

Renforcer la préparation des Canadiens

Tous les paliers de gouvernement doivent accroître les activités visant à informer les Canadiens et les aider à mieux se protéger des risques actuels. Les Canadiens ne comprennent pas encore la nécessité de prendre des mesures à titre personnel pour protéger leur santé contre les dangers qui vont évoluer avec le climat. On doit sensibiliser les gens aux risques et aux mesures qui peuvent être prises pour réduire l'exposition à ces risques. La mise en place d'une culture de la préparation aux catastrophes et de l'atténuation de celles-ci, comme le prône la Commission Nicolet qui examina la réponse de la société à la tempête de verglas de 1998 (Gouvernement du Québec, 1999), constitue une partie importante de l'adaptation aux changements climatiques. Il est aussi important de veiller à ce que les Canadiens jouissent d'un accès raisonnable à l'information pour se préparer et aux services d'intervention et de rétablissement. Ces besoins sont communs auprès des collectivités à travers le pays; toutefois, les collectivités rurales et éloignées font face à des défis particuliers qui doivent être appuyés.

Leadership national et progression de la prévention

La protection des Canadiens et de leurs collectivités contre les dangers naturels associés aux changements climatiques exige des efforts coordonnés pour prévenir et atténuer les risques. La mise en œuvre d'activités d'atténuation des catastrophes axées sur la réduction des incidences des dangers naturels sur la santé humaine exige un effort soutenu de la part d'un large éventail d'intervenants et d'organismes des secteurs public et privé. La collaboration à tous les paliers de pouvoirs publics est cruciale pour s'assurer que ces activités constituent un élément clé de la gestion des situations d'urgence au Canada. Le rôle des bénévoles dans la protection des collectivités contre les dangers naturels doit être davantage intégré aux activités de gestion des situations d'urgence. Parmi les points importants à cet égard, citons le développement de l'infrastructure bénévole et de la capacité de faire face à des événements d'envergure et de diverses natures, la formation de nouveaux bénévoles et la résolution des questions de protection et d'indemnisation. Des approches intergouvernementales de collaboration élaborées dans d'autres domaines de politique, comme les soins de santé et l'environnement, peuvent constituer des exemples encourageants et présenter des possibilités intéressantes de partage des connaissances et de conception de programmes. L'intégration dans les domaines correspondants est essentielle. Les leçons tirées des réussites passées aideront les Canadiens à planifier pour les futurs risques associés aux changements climatiques.

On s'attend à ce que les risques des dangers naturels et des événements météorologiques extrêmes pour la santé des Canadiens s'accroissent à mesure que le climat change et que d'autres facteurs ajoutent aux vulnérabilités. Afin de protéger tous les Canadiens contre les répercussions sur la santé, en particulier ceux qui sont les plus vulnérables, un engagement complet et à long terme sera nécessaire pour améliorer les activités et la capacité de gestion des urgences à travers le Canada, de l'atténuation des risques au rétablissement.

3.9 RÉFÉRENCES

Affaires indiennes et du Nord Canadien (AINC). *Programme d'action pour les collectivités autochtones et nordiques* (PACAN), Impacts et financement de l'adaptation : Régions au nord du 60e parallèle et Régions au sud du 60e parallèle, 2006. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://www.ainc-inac.gc.ca/clc/prg/tmp_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Santé de la population : Qu'est-ce qui détermine la santé?,* 2004. Consulté le 15 mars 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/ph-sp/ddsp/determinants/determinants.html#income

Agriculture et Agroalimentaire Canada. *Le sommaire des sécheresses dans les Prairies 2002 — Décembre 2002,* 2006. Consulté le 28 février 2007, à l'adresse http://www.agr.gc.ca/pfra/drought/drought02sum_f.htm

Agriculture et Agroalimentaire Canada. *Guetter la sécheresse,* 2007. Consulté le 28 février 2007, à l'adresse http://www.agr.gc.ca/pfra/drought/nlspi_f.htm

American Meteorological Society. *Glossary of meteorology* [Glossaire de météorologie], Boston, Massachussetts, 2000.

Anderson, C., I. Smith, S. Fralic, L. Culbert et N. Procaylo. *Wildfire: British Columbia burns* [Feux de friches : La Colombie-Britannique brûle], Vancouver, Douglas & McIntyre, 2003.

Association of Professional Engineers and Geoscientists of BC (APEGBC). *Guidelines for legislated landslide assessments for proposed residential development in British Columbia* [Lignes directrices pour l'évaluation obligatoire des possibilités de glissements de terrain pour les lotissements résidentiels projetés en Colombie-Britannique], 2006. Consulté le 24 février 2007, à l'adresse http://www.apeg.bc.ca/ppractice/documents/ppguidelines/guidelineslegislatedlandslide.pdf

Atlas du Canada. *Scénario de température nationale annuelle : 2050,* 2003. Consulté le 15 avril 2008, à l'adresse http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/climatechange/scenarios/nationalannualtemp2050/interactivemap_view?mapsize=428+380&scale=42051275.911682&mapxy=431453.9620327102+1853447.5411515473&mode=zoomin&layers=

Atlas du Canada. *Points chauds pour les feux de forêt, 2001 – 2007*, 2005. Consulté le 15 avril 2008, à l'adresse http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/naturalhazards/forest_fires/hotspots2007/interactivemap_view?mapsize=428+380&scale=42051275.911682&mapxy=431453.9620327102+1853447.5411515473&mode=zoomin&layers=dailyhotspots50000000

Atlas du Canada. *Inondations majeures*, Ressources naturelles Canada, 2007a. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/naturalhazards/floods/majorfloods

Atlas du Canada. *Principaux glissements de terrain causant des accidents mortels*, 2007b. Consulté le 8 mars 2007, à l'adresse http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/naturalhazards/landslides/landslides

Aulich, G., M. Bateman, E.A. Bering III, M. Brook, L. Byerly et coll. *The scientific basis for traditional lightning protection systems* [Principes scientifiques à la base des systèmes de protection contre la foudre classiques], rapport du Committee on Atmospheric and Space Electricity of the American Geophysical Union, 2001. Consulté le 24 mars 2007, à l'adresse http://www.lightningsafetyalliance.com/documents/scientific_basis.pdf

B.C. Interior Health Authority. *Special fire edition* [Édition spéciale sur les incendies], Interior Heath, 2003. Consulté le 28 mars 2007, à l'adresse http://www.interiorhealth.ca/NR/rdonlyres/6ED65009-2258-4468-B1E8-A708DDC0C2C5/98/28Sept122e03.pdf

B.C. Interior Health Authority. *Regional information* [Information régionale], 2007. Consulté le 28 mars 2007, à l'adresse http://www.interiorhealth.ca/Information/About+Interior+Health/Regions

Beauchemin, G. Lessons learned — Improving disaster management [Leçons apprises — Amélioration de la gestion des catastrophes], dans *Proceedings from ICLR's High Impact Weather Conference, April 11, 2002* [Actes de la Conférence sur les conditions météorologiques à fort impact, le 11 avril 2002], Université de l'Ouest de l'Ontario, Institut de prévention des sinistres catastrophiques (IPSC), p. 14-18, 2002.

Bilodeau, C., A. Genois, D. Demers, J. Potvin, D. Robitaille et coll. (dir.). *Saguenay-Lac-Saint-Jean. Cartographie des zones exposées aux glissements de terrain dans les dépôts meubles*, guide d'utilisation des cartes de zones de contraintes et d'application du cadre normatif, Gouvernement du Québec, 2005.

Bothwell, P. *Interface entre les territoires urbains et sauvages*, Vue d'ensemble, 2004. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.nofc.forestry.ca/fire/research/management/wui_f.htm

Böttger, H., M. Eckardt et U. Katergiannakis. Forecasting extratropical storms with hurricane intensity using satellite information [Prévision des tempêtes extratropicales de la force de l'ouragan à l'aide de l'information satellitaire], *Journal of Applied Meteorology*, vol. 14, nº 7, p. 1259-1265, 1975.

Brooks, G.R., S.G. Evans et J.J. Clague. Flooding [Inondations], dans G.R. Brooks (dir.), *Natural geological hazards in Canada: A synthesis* [Dangers géologiques naturels au Canada — Synthèse], Ottawa, Commission géologique du Canada, bulletin 548, p. 101-143, 2001.

Cadre fédéral-provincial-territorial sur les mesures et interventions d'urgence. *Cadre de gestion canadien des mesures d'urgence : lignes directrices sur l'élaboration des programmes*, préparé pour la Conférence fédérale-provinciale-territoriale des ministres de la santé, Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004.

Campbell, G.S. et J.M. Norman. *An introduction to environmental biophysics* [Introduction à la biophysique de l'environnement], 2e éd., 2e impr., Heidelberg, Allemagne, Springer Verlag, 2000.

Celenza, A., J. Fothergill, E. Kupeket et R.J. Shaw. Thunderstorm associated asthma: a detailed analysis of environmental factors [Asthme associé aux orages — Analyse détaillée des facteurs environnementaux], *British Medical Journal (BMJ)*, vol. 312, nº 7031, p. 604-607, 1996.

Chatwin, S.C., D.E. Howes, J.W. Schwab et D.N. Swanston. *A guide for management of landslide-prone terrain in the Pacific northwest* [Guide pour la gestion de terres propices aux glissements de terrain dans le Nord-Ouest de la région du Pacifique], 2e éd., Land Management Handbook No. 18 [Manuel nº 18 sur la gestion des terres], Victoria, Colombie-Britannique, Research Branch, Ministry of Forests [Direction de la recherche, ministère des Forêts], 1994.

Cheng, C., M. Campbell, D. Pengelly, Q. Li, G. Li et coll. *Differential and combined impacts of winter and summer weather and air pollution due to global warming on human mortality in south-central Canada* [Répercussions distinctes et combinées des conditions météorologiques estivales et hivernales ainsi que de la pollution atmosphérique attribuables au réchauffement de la planète sur la mortalité humaine dans le Centre-sud du Canada], rapport technique soumis au Programme de recherche sur les politiques en matière de santé (6795-15-2001/4400011), 2005.

Chepesiuk, R. Wildfires ignite concern [Les feux de friches alimentent les préoccupations], *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, nº 8, p. A364, 2001.

Clean Air Partnership (CAP). *Cool Toronto project — Toronto's urban heat island mitigation and adaptation project* [Projet « Rafraîchir Toronto » — Projet d'atténuation de l'effet d'îlot thermique urbain à Toronto et d'adaptation à celui-ci], 2004. Consulté le 2 février 2007, à l'adresse http://www.cleanairpartnership.org/cool_toronto.htm

Clean Air Partnership (CAP). *Cool Toronto* [Rafraîchir Toronto], 2007. Consulté le 2 février 2007, à l'adresse http://www.cleanairpartnership.org/cool_toronto.php

Comerford, R. *Successful warning systems are dependent upon a successful comprehensive emergency management program* [L'efficacité des systèmes d'avertissement précoce dépend de l'existence d'un programme de gestion des urgences complet et lui-même efficace], présentation au Public Entity Risk Institute, Fairfax, Virginie, avril 2005.

Comité sénatorial permanent de la sécurité nationale et de la défense. *Les urgences nationales : le Canada, fragile en première ligne, une stratégie de renforcement*, vol. 1, 2004. Consulté le 13 février 2008, à l'adresse http://www.parl.gc.ca/37/3/parlbus/commbus/senate/Com-f/defe-f/rep-f/rep03vol1-f.htm

Commission géologique du Canada. *Base de donnés sur les inondations catastrophiques au Canada*, Ressources naturelles Canada (RNCan), 2006. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://gsc.nrcan.gc.ca/floods/database_e.php

Conseil consultatif national sur le troisième âge (CCNTA). *Position du CCNTA sur la maladie d'Alzheimer et les démences apparentées*, Ottawa, Ontario, 2004.

Conseil pour la prévention et la gestion des sinistres et des crises (CPGSC). *Les apprentissages stratégiques à tirer du déluge du Saguenay et de la tempête de verglas : Cinq leçons pour la prévention et la gestion des sinistres et des crises*, 1998. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://neumann.hec.ca/cme/texte_ssi/publications/rapp_exp/appr_strat_1998.rtf

Cooper, M.A. *Disability, not death, is the main problem with lightning injury* [L'invalidité, et non la mort, est le principal problème résultant des blessures causées par la foudre], article présenté à la réunion annuelle de la NWA, à Oklahoma City (Oklahoma), 1998. Consulté le 24 mars 2007, à l'adresse http://www.uic.edu/labs/lightninginjury/Disability.pdf

Couture, A. *Inondations dans la région des Bois Francs, Québec*, Commission géologique du Canada, Ressources naturelles Canada, 2006. Consulté le 2 mars 2007, à l'adresse http://gsc.nrcan.gc.ca/floods/boisfrancs/index_f.php

Cruden, D.M., Z.Y. Lu et B.G.N. Miller. *Major landslides and tributary geomorphology in the Peace River Lowland, Alberta, Canada* [Importants glissements de terrain et géomorphologie des affluents des basses-terres de la rivière de la Paix, en Alberta, au Canada], article présenté à conférence de la Canadian Society of Exploration Geophysicists (CSEG), GeoCanada 2000 — The Millennium Geoscience Summit, 2000.

David, D., T. Mellman, L. Mendoza, R. Kulick-Bell, G. Ironson et coll. Psychiatric morbidity following Hurricane Andrew [Morbidité psychiatrique après l'ouragan Andrew], *Journal of Traumatic Stress*, vol. 9, nº 3, p. 607-612, 1996.

Deary, I.J., J. Willock et M. McGregor. Stress in farming [Le stress chez les agriculteurs], *Stress Medicine*, vol. 13, p. 131-136, 1997.

Doyon, B. et J.-P. Côté. Exposé contextuel sur les processus littoraux du bas Saint-Laurent, dans *Options en matière de gestion des niveaux et des débits du lac Ontario et du fleuve Saint-Laurent, Annexe 2*, Rapport final de l'Étude internationale sur le lac Ontario et le fleuve Saint-Laurent à la Commission mixte internationale, p. 87-95, 2006. Consulté le 11 février 2008, à l'adresse http://losl.org/reports/finalreport-f.html

Duguid, T. *Report to the Government of Manitoba on public meetings: Flood protection options for the City of Winnipeg* [Rapport sur les rencontres publiques présenté au gouvernement du Manitoba : mesures de protection contre les inondations dans la ville de Winnipeg], 2002. Consulté le 3 mars 2007, à l'adresse http://www.cecmanitoba.ca/Reports/PDF/ACF44E4.pdf

Easterling, D.R., G.A. Meehl, C. Parmesan, S.A. Changnon, T.R. Karl et coll. Climate extremes: Observations, modeling, and impacts [Phénomènes climatiques extrêmes : observations, modélisation et impact], *Science*, vol. 289, nº 5487, p. 2068-2074, 2000.

Ebi, K.L., I. Burton et B. Menne. Policy implications for climate change-related health risks [Incidences sur les politiques des risques sanitaires posés par le changement climatique], dans B. Menne et K.L. Ebi (dir.), *Climate change and adaptation strategies for human health* [Changement climatique et stratégies d'adaptation en fonction de la santé humaine], Allemagne, Steinkopff Verlag, Darmstadt au nom du Bureau régional de l'Europe de l'Organisation mondiale de la Santé, p. 297-344, 2006.

Ehara, A., H. Takasaki, Y. Takeda, T. Kida et S. Mizukami. Are high barometric pressure, low humidity and diurnal change of temperature related to the onset of asthmatic symptoms? [Une haute pression barométrique, une faible humidité et des changements diurnes de température sont-ils liés à l'apparition des symptômes de l'asthme?], *Pediatrics International*, vol. 42, nº 3, p. 272-274, 2000.

Eisen, C. *Canadian tornado trends: A Canadian tornado climatology for the period 1950 to 1997* [Tendances des tornades au Canada : climatologie des tornades canadiennes pour la période 1950 – 1997], Waterloo, Ontario, Wilfrid Laurier Press, 2000.

Emergency Disasters Data Base. *EM-DAT The International Disaster Database* [Base de données internationale sur les catastrophes EM-DAT], Centre de recherche sur l'épidémiologie des désastres (CRED), 2007. Consulté le 24 mars 2007, à l'adresse http://www.em-dat.net/

Environnement Canada. *Orages, tonnerre, foudre, et grêle*, brochure, Ottawa, 1995.

Environnement Canada. *Environment Canada's fall seasonal forecast for the Prairies and the North* [Prévision météorologique saisonnière (automne) de l'Environnement Canada pour les Prairies et le Nord], 1999. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.mb.ec.gc.ca/info/news/cc00s07.en.html

Environnement Canada. *Conseils de précautions contre la foudre*, 2003a. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.msc.ec.gc.ca/education/lightning/safetypublic_f.html?

Environnement Canada. *Dangers du refroidissement éolien*, 2003b. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://www.msc.ec.gc.ca/education/windchill/windchill_threshold_chart_f.cfm?

Environnement Canada. *Les catastrophes naturelles en hausse*, bulletin Science et Environnement, mars-avril, 2003c. Consulté le 28 février 2007, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/science/sandefeb03/a3_f.html

Environnement Canada. *Points chauds de la foudre*, 2003d. Consulté le 24 mars 2007, à l'adresse http://www.msc.ec.gc.ca/education/lightning/index_f.html?

Environnement Canada. *Points chauds de la foudre. Au sujet du réseau de détection de foudre*, 2003e. Consulté le 24 mars 2007, à l'adresse http://www.msc.ec.gc.ca/education/lightning/network_f.html?

Environnement Canada. *Le Centre canadien de prévision d'ouragan (CCPO). Le Centre canadien de prévision d'ouragan, qu'est-ce que c'est?*, 2004a. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://www.atl.ec.gc.ca/weather/hurricane/chc1.html

Environnement Canada. *Les inondations au Canada — Les provinces de l'Atlantique*, 2004b. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/water/fr/manage/floodgen/f_atlan.htm

Environnement Canada. *Fact sheet — Summer severe weather warnings* [Fiche d'information — alertes de conditions météorologiques estivales extrêmes], 2005a. Consulté le 28 février 2007, à l'adresse http://www.london.ca/EmergMed/Acrobat/summerweatherfactsheet2005english.pdf

Environnement Canada. *Fact sheet — Winter weather warnings* [Fiche d'information — alertes de conditions météorologiques en hiver], 2005b. Consulté le 28 février 2007, à l'adresse http://www.london.ca/EmergMed/Acrobat/winterweatherfactsheet2005english.pdf

Environnement Canada. *High Arctic weather stations — 50 years of operation* [50 ans d'opération : les stations météorologiques de l'haut Arctique], 2005c. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.pnr-rpn.ec.gc.ca/info/news/cc00s20.en.html

Environnement Canada. *Les inondations au Canada — Les provinces des Prairies*, 2005d. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/Water/fr/manage/floodgen/f_prair.htm#buffalo

Environnement Canada. *Les inondations au Canada — Québec*, 2005e. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/water/fr/manage/floodgen/f_que.htm

Environnement Canada. *Hurricane Juan September 2003. The track of Juan through Nova Scotia and Prince Edward Island* [L'ouragan Juan, septembre 2003. La trajectoire de Juan à travers de Nouvelle-Écosse et l'Île-du-Prince-Édouard], 2006a. Consulté le 5 février 2007, à l'adresse http://www.atl.ec.gc.ca/weather/hurricane/juan/track_f.html

Environnement Canada. *Le Centre canadien de prévision d'ouragan (CCPO)*, 2006b. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://www.atl.ec.gc.ca/weather/hurricane/index_f.html

Environnement Canada. *Avertissements météo publics pour le Canada*, 2007a. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.weatheroffice.gc.ca/warnings/warnings_f.html

Environnement Canada. *Foudre — Manifestations d'éclairs*, 2007b. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.weatheroffice.gc.ca/lightning/index_f.html

Environnement Canada. *Le Canada prend part au dialogue mondial en matière de changement climatique*, communiqué de presse, 2007c. Consulté le 3 mars 2007, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=714D9AAE-1&news=CB75E27B-9764-45AE-8747-13E8CA8EB8DC

Environnement Canada. *Les centres de prévision des crues au Canada*, 2007d. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/WATER/en/manage/floodgen/e_centre.htm

Environnement Canada. *Températures et précipitations dans une perspective historique. Annuelle 2006*, 2007e. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.msc-smc.ec.gc.ca/ccrm/bulletin/national_f.cfm

Environmental Prediction in Canadian Cities (EPiCC). s.d. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://www.epicc.uwo.ca/about.asp

Etkin, D.A., S.F. Brun, S. Chrom et P. Dogra. *A tornado scenario for Barrie, Ontario* [Un scénario de tornade à Barrie, Ontario], série de documents de recherche n° 20 de l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques (IPSC), Contribution au Projet canadien d'évaluation des dangers naturels, 2002.

Etkin, D., E. Haque, L. Bellisario et I. Burton. *An assessment of natural hazards and disasters in Canada. A report for decision-makers and practitioners* [Évaluation des dangers et des catastrophes naturels au Canada. Rapport destiné aux décideurs et aux praticiens], une version de ce rapport a été publiée dans le *Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, vol. 28, n° 2-3, 2004.

Évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique (EICCA). *Impacts of a warming arctic: Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Répercussions du réchauffement de l'Arctique : évaluation de l'impact du changement climatique dans l'Arctique], Cambridge University Press, 2004. Consulté le 12 juin 2005, à l'adresse http://www.acia.uaf.edu/

Evans, S.G. The record of disastrous landslides and geotechnical failures in Canada 1840 – 1999: Implications for risk management [Registre des glissements de terrain catastrophiques et des défaillances géotechniques 1840 – 1999 : les implications pour la gestion de risques], dans R. Couture et S.G. Evans (dir.), *Atelier canadien sur la géotechnique et les risques naturels : bilan de la DIPCN : réalisations et perspectives*, atelier tenu dans le cadre de la 53e conférence canadienne de géotechnique du 15 au 18 octobre 2000, à Montréal (Québec), rapport présenté au Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile, p. 19-26, 2001.

Evans, S.G., R. Couture et E.L. Raymond. *Glissements de terrain catastrophiques et processus connexes dans le sud-est de la cordillère, analyse des effets sur les conditions de vie et les localités*, rapport présenté au Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile du Canada, 2002.

Expert Group on Emergency Preparedness and Response. *An orientation guide to the expert group* [Un guide d'orientation pour le groupe d'experts]. Brouillon interne, s.d.

Fédération canadienne des municipalités. *Pratique multidisciplinaire : Approche intégrée de l'examen et de l'évaluation des réseaux municipaux de voirie, d'égout et d'eau potable*, 2003. Consulté le 10 août 2007, à l'adresse http://www.collectivitesviables.fcm.ca/fr/Infraguide/

Filmon, G., D. Leitch et J. Sproul. *Firestorm 2003 — Provincial review* [Tempête de feu 2003 — examen provincial], 2004. Consulté le 3 mars 2007, à l'adresse http://www.2003firestorm.gov.bc.ca/firestormreport/FirestormReport.pdf

Fischer P.J. et W.R. Breakey. The epidemiology of alcohol, drug, and mental disorders among homeless persons [Épidémiologie des troubles dus à l'alcool et aux drogues, et troubles de santé mentale], *American Psychologist*, vol. 46, nº 11, p. 1115-1128, 1991.

Flynn, A., C. McGreevy et E.C. Mulkerrin. Why do older patients die in a heatwave? [Pourquoi des patients âgés meurent-ils pendant une canicule?], *Quarterly Journal of Medicine*, vol. 98, nº 11, p. 227-229, 2005.

Foglam, P. *British Columbia forest service protection program strategy* [Stratégie du programme de protection du service des forêts de la Colombie-Britannique], 2006. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.for.gov.bc.ca/Protect/Planning/

Frumkin H. Urban sprawl and public health [Étalement urbain et santé publique], *Public Health Reports*, vol. 117, nº 3, p. 201-217, 2002.

Gouvernement de la Colombie-Britannique. *British Columbia wild-land / urban interface fire consequence management plan (interim 2002)* [Plan de gestion (provisoire de 2002) des conséquences des incendies sur les terres sauvages et l'interface urbaine de la Colombie-Britannique], 2002. Consulté le 19 mars 2007, à l'adresse http://www.pep.bc.ca/hazard_plans/Interface2002/Interface_Fire_Plan_2002.pdf

Gouvernement de l'Alberta. *Infrastructure and transportation: Geotechnical & erosion control* [Infrastructure et transport : Géotechnique et lutte contre l'érosion], 2005. Consulté le 2 mars 2007, à l'adresse http://www.infratrans.gov.ab.ca/Technical_Resources/Geotechnical_&_Erosion_Control/index.htm

Gouvernement de l'Ontario. *Loi sur la protection civile et la gestion des situations d'urgence*, Lois et règlements de l'Ontario, Toronto, 2006. Consulté le 21 novembre 2006, à l'adresse http://www.e-laws.gov.on.ca/html/regs/french/elaws_regs_040380_f.htm

Gouvernement de Québec. *Pour affronter l'imprévisible : Les enseignements du verglas de 98*, commission scientifique et technique chargée d'analyser les événements relatifs à la tempête de verglas survenue du 5 au 9 janvier 1998 ainsi que l'action des divers intervenants, présidé par Roger Nicolet, 1999.

Greenough, G., M.A. McGeehin, S.M. Bernard, J. Trtanj, J. Riad et coll. The potential impacts of climate variability and change on health impacts of extreme weather events in the United States [Impact potentiel de la variabilité et du changement climatiques sur la santé lors de phénomènes météorologiques extrêmes aux États-Unis], *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, suppl. 2, p. S191-S198, 2001.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability* [Bilan 2007 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité], contribution du Groupe de travail II au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2007a.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Summary for policymakers [Résumé à l'intention des décideurs], dans M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden et C.E. Hanson (dir.), *Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report* [Bilan 2007 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité, contribution du Groupe de travail II au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 7-22, 2007b.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Summary for policymakers [Résumé à l'intention des décideurs], dans S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis et coll. (dir.) *Climate change 2007: The physical science basis, Working Group I contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report* [Bilan 2007 des changements climatiques : les bases scientifiques physiques du changement climatique, contribution du Groupe de travail I au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], 2007c. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://ipcc-wg1.ucar.edu/wg1/docs/Solomon_IPCCWG1_French.ppt

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Technical Summary [Résumé technique], dans S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis et coll. (dir.) *Climate change 2007: The physical science basis, Working Group I contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report* [Bilan 2007 des changements climatiques : les bases scientifiques physiques du changement climatique, contribution du Groupe de travail I au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 19-91, 2007d.

Hajat, S., B. Armstrong, N. Gouveia et P. Wilkinson. Comparison of mortality displacement of heat-related deaths in Delhi, Sao Paulo and London [Comparaison du déplacement temporel de la mortalité liée à la chaleur à Delhi, Sao Paulo et Londres], *Epidemiology*, vol. 15, n° 4, p. S94, 2004.

Hales, S., S.J. Edwards et R.S. Kovats. Impacts on health of climate extremes [Impact des phénomènes climatiques extrêmes sur la santé], dans A.J. McMichael, D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.), *Changement climatique et santé humaine : risques et mesures à prendre*, Genève, Organisation mondiale de la Santé, p. 79-102, 2003.

Hall, M. et B. Havens. *Social isolation and social loneliness* [Isolement social et solitude sociale], Gouvernement du Canada, Conseil consultatif national sur le troisième âge, 2002. Consulté le 15 janvier 2006, à l'adresse http://www.naca-ccnta.ca/writings_gerontology/writ18/writ18_3_e.htm

Harju, T., T. Keistinen, T. Tuuponen et S.L. Kivelä. Seasonal variation in childhood asthma hospitalisations in Finland, 1972 – 1992 [Variation saisonnière des hospitalisations dues à l'asthme chez les enfants entre 1972 et 1992], *European Journal of Pediatrics*, vol. 156, n° 6, p. 436-439, 1997.

Havenith, G. Temperature regulation, heat balance and climatic stress [Régularisation de la température, bilan thermique et stress climatique], dans W. Kirch, B. Menne et R. Bertollini (dir.), *Extreme weather events and public health responses* [Phénomènes météorologiques extrêmes et réponses du secteur de la santé publique], Allemagne, Springer-Verlag, au nom du Bureau régional de l'Europe de l'Organisation mondiale de la Santé, p. 69-80, 2005.

Heidorn, K.C. *Significant weather events, Canada* [Phénomènes météorologiques importants au Canada], 2007. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.islandnet.com/~see/weather/almanac/diaryjul.htm

Heinz Center, *The. Human links to coastal disasters* [Les humains et les désastres côtiers], Washington, D.C., The H. John Heinz III Center for Science, Economics and the Environment, 2002.

Henstra, D., P. Kovacs, G. McBean et R. Sweeting. *Document de travail sur les villes prêtes à faire face aux catastrophes*, Ottawa, Institut de prévention des sinistres catastrophiques, pour Infrastructure Canada, 2004.

Herrington, R., B. Johnson et F. Hunter (dir.). *Responding to climate change in the Prairies* [Répondre au changement climatique dans les Prairies], vol. III de L'étude pancanadienne sur les impacts et l'adaptation, Ottawa, Direction de l'environnement atmosphérique, Environnement Canada, 1997.

Hugenholtz, C.H. et D. Lacelle. *Spatio-temporal controls on landslide activities in Champlain Sea clays, Eastern Ontario, Canada* [Mesures de contrôle spatio-temporelles relatives aux glissements de terrain dans les zones argileuses de la mer Champlain, dans l'Est de l'Ontario, au Canada], article présenté à la réunion de l'Association québécoise pour l'étude du Quaternaire (AQQUA) et du Groupe canadien de recherche en géomorphologie (GCRG), 14 et 15 mai, Université Laval, Québec, 2004.

Hutton, D. *Psychosocial aspects of climate change in Canada: A review of current literature and research recommendations* [Aspects psychosociaux du changement climatique au Canada : une revue de la littérature actuelle et des recommandations scientifiques], rapport scientifique préparé pour le Bureau du changement climatique et de la santé, Santé Canada, Ottawa, Agence de la santé publique du Canada, Centre de mesures et d'interventions d'urgence, 2005.

Hwang, S.W. Homelessness and health [La santé des sans-abris], *Journal de l'Association médicale canadienne*, vol. 164, nº 2, p. 229-233, 2001.

Institut canadien d'études climatologiques (ICEC). *Aquaculture and climate change in Canada* [Aquaculture et changement climatique au Canada], University of Victoria, 2000. Consulté le 8 mars 2007, à l'adresse http://www.cics.uvic.ca/workshop/links.htm

Institute for Catastrophic Loss Reduction (ICLR). *Workshop summary: Natural disaster health research network* [Sommaire de l'atelier : réseau de recherche sur la santé — désastres naturels], sommaire de l'atelier — Faire face aux désastres : impact sur la santé humaine, 27 et 28 septembre 2002, 2003. Consulté le 15 mars 2003, à l'adresse http://www.iclr.org

Institute for Catastrophic Loss Reduction (ICLR). Striking back: *An assessment of lightning-related fatality and injury risk in Canada* [Contre-attaque : évaluation des décès et des risques de blessures liés à la foudre au Canada], 2007. Consulté le 24 mars 2007, à l'adresse http://www.iclr.org/programs/friday_forum/2007/mills.htm

International Association of Electrical Inspectors (IAEI). *Canadian code — Lightning & lightning protection* [Code canadien — Foudre et protection contre la foudre], 2000. Consulté le 25 mars 2007, à l'adresse http://www.iaei.org/subscriber/magazine/00_c/canadian_code.htm

Jedras, J. *Satellite images point relief teams to disaster sites* [Images satellites des équipes de secours vers des sites de catastrophes], 2003. Consulté le 25 mars 2007, à l'adresse http://www.itbusiness.ca/index.asp?theaction=62&sid=53010

Jermini, M.F.G. Foodborne diseases [Maladies d'origine alimentaire], dans G. Tamburlini, O.v. Ehrenstein et R. Bertollini (dir.), *Children's health and environment: A review of evidence* [La santé des enfants et l'environnement : revue des faits probants], Environmental issue report nº 29 Copenhague, Agence européenne pour l'environnement (AEE) et Bureau régional de l'Europe de l'OMS, p. 121-129, 2002.

Jones, B. Canadian disasters — A historical survey [Catastrophes au Canada — revue historique], dans D. Etkin, E. Haque, L. Bellisario et I. Burton (dir.), *Natural hazards and disasters in Canada* [Dangers et catastrophes naturels au Canada], 2003. Consulté le 25 mars 2007, à l'adresse http://www.ott.igs.net/jonesb/DisasterPaper/disasterpaper.html

King, M.D. *Earth observatory: Grassland* [Observatoire de la Terre : les prairies], 2007. Consulté le 28 février 2007, à l'adresse http://earthobservatory.nasa.gov/Laboratory/Biome/biograssland.html

Klamath Resource Information System (KRIS). *Modeling shallow landslides* [Modélisation des glissements de terrain à surface de rupture peu profonde], 2007. Consulté le 1 mars 2007, à l'adresse http://www.krisweb.com/watershd/slope.htm

Klinenberg, E. *Heat wave: A social autopsy of disaster in Chicago* [Vague de chaleur : autopsie sociale d'une catastrophe à Chicago], Chicago, University of Chicago Press, 2002.

Koppe, C., S. Kovats, G. Jendritzky et B. Menne. *Heat-waves: Risks and responses* [Les vagues de chaleur : risques et réponses], Health and Global Environmental Change Series nº 2, Copenhague, Organisation mondiale de la Santé, 2004.

Kosatsky, T. The 2003 European Heat Waves [Les 2003 vagues de chaleur en Europe], *Eurosurveillance*, vol. 10, nº 7-9, p. 148-149, 2005.

Koutsavlis, A.T. et T. Kosatsky. Environmental-temperature injury in a Canadian Metropolis [Blessures dues à la température dans une métropole canadienne], *Journal of Environmental Health*, vol. 66, nº 5, p. 40-45, 2003.

Kunkel, K.E., R.A Pielke et S. Changnon. Temporal fluctuations in weather and climate extremes that cause economic and human health impacts: a review [Variations temporelles des conditions météorologiques et extrêmes climatiques ayant des effets sur l'économie et la santé humaine : un examen], *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 80, nº 6, p. 1077-1098, 1999.

Lajoie, P.G. *Les coulées d'argile et la formation des talus et des basses terrasses de l'ancien et de l'actuel cours de l'Outaouais et du Saint Laurent*, 1974. Consulté le 11 mars 2007, à l'adresse http://www.oag.gc.ca/Les_coulees_argile.pdf

Langford, L., V. Wittrock, M. Johnston, E. Wheaton, J. Irvine et coll. *Relationships of forest, climate, wildfires and respiratory ailments in northern Saskatchewan* [Liens entre la forêt, le climat, les feux de végétation et l'insuffisance respiratoire dans le Nord de la Saskatchewan], rapport à diffusion restreinte pour le Programme sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques, Ressources naturelles Canada, entente A573, Saskatoon, Saskatchewan Research Council, 2006.

Lecomte, E., A. Pang et J. Russell. *La tempête de verglas de 1998*, Institut de prévention des sinistres catastrophiques, Document de recherche de l'IPSC — nº 1, Toronto, Institut de prévention des sinistres catastrophiques, 1998.

Lo, C.P. et D.A. Quattrochi. Land-use and land-cover change, urban heat island phenomenon, and health implications: A remote sensing approach [Changements dans l'utilisation des terres et la couverture terrestre, phénomènes d'îlot de chaleur urbain et conséquences sur la santé : approche fondée sur la télédétection], *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, vol. 69, nº 9, p. 1053-1063, 2003.

Locat, J., C. Gagnon et E. Pelletier. *Comptes rendus du symposium sur le déluge du Saguenay*, Ville de Québec, Québec, 1998. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://www.saguenay.ggl.ulaval.ca/saguenay/publi/98sagsymfrancais.pdf

Longstreth J. Public health consequences of global climate change in the United States: Some regions may suffer disproportionately [Conséquences sur la santé publique du changement climatique planétaire aux États-Unis : certaines régions pourraient en souffrir de manière disproportionnée], *Environmental Health Perspectives*, vol. 107, suppl. 1, p. S169-S179, 1999.

Lurie, Z. How B.C. was built to burn [Comment la Colombie-Britannique est propice aux incendies], *The Tyee*, 30 avril 2004. Consulté le 18 août 2006, à l'adresse http://thetyee.ca/News/2004/04/30/How_BC_Was_Built_to_Burn/

Lynch, T. *BC 2003 forest fires: A test of quality management in health services delivery* [Incendies de forêts de 2003 en Colombie-Britannique : une analyse de la gestion de la qualité de la prestation des services de santé], préparé pour le ministère de la Planification de la santé, Victoria, Colombie-Britannique, et l'Interior Health Authority, Kelowna, Colombie-Britannique, par Info-Lynk Consulting Services Inc., Toronto et Vancouver, 2004.

Mackay, B. Massive BC fire also affecting resident's mental, physical health [Les incendies importants en Colombie-Britannique affectent également la santé mentale et physique], communiqué de presse du *Journal de l'Association médicale canadienne*, 28 août 2003. Consulté le 12 septembre 2006, à l'adresse http://www.cmaj.ca/news/28_08_03.shtml

Makie, T., M. Tarada, N. Kinukawa, H. Toyoshiba, T. Tamanaka et coll. Association of meteorological and day-of-the-week factors with emergency hospital admissions in Fukuoka, Japan [Lien des facteurs météorologiques et du jour de la semaine avec les admissions à l'urgence à Fukuoka, au Japon], *International Journal of Biometeorology*, vol. 46, nº 1, p. 38-41, 2002.

Malmberg, A., K. Hawton et S. Simkin. A study of suicide in farmers in England and Wales [Étude du taux de suicide chez les agriculteurs de l'Angleterre et du Pays de Galles], *Journal of Psychosomatic Research*, vol. 43, nº 1, p. 107-111, 1997.

Marsh, P.T., H. Brooks et D.J. Karoly. *Assessment of the severe weather environment in North America simulated by global climate models* [Évaluation des milieux à conditions météorologiques extrêmes en Amérique du Nord, simulés par des modèles climatiques globaux], article présenté à la 19ième conférence sur les changements climatiques et la variabilité du climat, janvier 2007, 2007. Consulté le 26 février 2007, à l'adresse http://ams.confex.com/ams/87ANNUAL/techprogram/paper_119536.htm

Mathieu-Nolf, M. Poisons in the air: A cause of chronic disease in children [Du poison dans l'air : une cause de maladie chronique chez les enfants], *Clinical Toxicology*, vol. 40, nº 4, p. 483-491, 2002.

McBean ,G. et D. Henstra. *Climate change, natural hazards and cities* [Changement climatique, dangers naturels et villes], Institut de prévention des sinistres catastrophiques, série de documents de recherche nº 31 de l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques (IPSC), Toronto, Institut de prévention des sinistres catastrophiques, 2003.

McDermott, B.M., E.M. Lee, M. Judd et P. Gibbon. Posttraumatic stress disorder and general psychopathy in children and adolescents following a wildfire disaster [Syndrome de stress post-traumatique et psychopathie générale chez les enfants et les adolescents à la suite d'une catastrophe causée par un feu de friches], *Revue canadienne de psychiatrie*, vol. 50, nº 3, p. 137-143, 2005.

McGeehin, M.A. et M. Mirabelli. The potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States [Les effets possibles de la variabilité et du changement climatiques sur la morbidité et la mortalité liées à la température aux États-Unis], *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, suppl. 2, p. S185-S189, 2001.

McKeown, D. *Hot weather response plan — Update* [Plan d'intervention par temps chaud — mise à jour], City of Toronto Staff Report, 2006. Consulté le 25 février 2007, à l'adresse http://www.toronto.ca/legdocs/2006/agendas/committees/hl/hl060227/it013.pdf

McLaren, S. *Suitability mapping of avalanche trigger sites on the north shore mountains, Vancouver using a digital elevation model and GIS* [Cartographie quantitative des sites propices aux avalanches des montagnes du North Shore, à Vancouver, au moyen d'un modèle numérique des hauteurs et du SIG], 2007. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.sfu.ca/unigis/shirleymclaren.html

McMichael, A.J. Global climate change and health: An old story writ large [Changement climatique planétaire et santé : une vieille histoire qui prend de l'importance], dans A.J. McMichael, D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.), *Climate change and human health: Risks and responses* [Changement climatique et santé humaine : risques et réponses], Genève, Organisation mondiale de la Santé, p. 1-17, 2003.

McMichael, A.J., A. Haines, R. Sloof et S. Kovats (dir.). *Climate change and human health* [Changement climatique et santé humaine], évaluation préparée par un groupe de travail au nom de l'Organisation mondiale de la Santé, de l'Organisation météorologique mondiale et du Programme des Nations Unies pour l'environnement, Redhill, R.-U., Horley Studios, 1996.

McMurray, L. et W. Steiner. Natural disasters and service delivery to individuals with severe mental illness — Ice storm 1998 [Catastrophes naturelles et prestation des services aux individus souffrant de maladie mentale grave — crise du verglas 1998], Revue canadienne de psychiatrie, vol. 45, nº 4, p. 383-385, 2000.

Menne, B., K. Pond, E.K. Noji et R. Bertolini. *Floods and public health consequences, prevention and control measures* [Inondations et conséquences sur la santé publique, prévention et mesures de contrôle], document de travail des Nations Unies (MP.WAT/SEM.2/1999/22), Rome, Centre européen de l'environnement et de la santé de l'OMS, 1999.

Miles & Associates Ltd. *Effects of climate change on the frequency of slope instabilities in the Georgia Basin, BC — Phase 1* [Effets du changement climatique sur la fréquence des instabilités du talus dans le bassin de Georgia, en Colombie-Britannique — phase I], projet numéro 160 du Fonds d'action pour le changement climatique, 2001. Consulté le 8 mars 2007, à l'adresse http://adaptation.nrcan.gc.ca/projdb/pdf/72_e.pdf

Mokdad, A.H., G.A. Mensah, S.F. Posner, E. Reed, E.J. Simoes et coll. When chronic conditions become acute: Prevention and control of chronic diseases and adverse health outcomes during natural disasters [Lorsque des maladies chroniques deviennent aiguës : prévention et contrôle des maladies chroniques et des effets néfastes sur la santé pendant les catastrophes naturelles], *Preventing Chronic Disease*, vol. 2, numéro spécial, 2005.

NASA, GSFC, METI, ERSDAC, JAROS et l'équipe scientifique É-U.-Japon d'ASTER. *Okanagan Mountain Park Fire*, 2003. Consulté le 11 décembre 2007, à l'adresse http://asterweb.jpl.nasa.gov/gallery-detail.asp?name=okanagan

National Health Assessment Group (NHAG). *Health sector contribution to the national assessment on the potential consequences of climate variability and change for the United States* [Contribution du secteur de la santé à l'évaluation nationale des conséquences possibles de la variabilité et du changement climatiques aux États-Unis], Johns Hopkins University, Bloomberg School of Public Health, 2001.

National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA). *National weather service: Site map* [Service météorologique national : carte du site], 2005. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://www.nws.noaa.gov./sitemap.php

Nkemdirim, L.C. Chinook, *L'Encyclopédie canadienne*, 2007. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://www.canadianencyclopedia.ca

Oke, T.R. Urban climates and global change [Climats urbains et changement mondial], dans A. Perry et R. Thompson (dir.), *Applied climatology: Principles and practices* [Climatologie appliquée : principes et pratiques], Londres, Routledge, p. 273-287, 1997.

O'Neill, D. *Report on early warning for hydrometeorological hazards, including drought* [Rapport sur l'alerte rapide en cas de dangers hydrométéorologiques, dont les sécheresses], Genève, Programme d'alerte rapide de la Décennie internationale de la prévention des catastrophes naturelles (DIPCN), 1997.

Organisation des Nations Unies Stratégie internationale pour la prévention des catastrophes (ONU/SIPC). *Terminology: Basic terms of disaster risk reduction* [Terminologie : termes de base dans le domaine de la réduction des risques de catastrophe], 2004. Consulté le 8 août 2007, à l'adresse http://www.unisdr.org/eng/library/lib-terminology-eng%20home.htm

Organisation des Nations Unies Stratégie internationale pour la prévention des catastrophes (ONU/SIPC). *Four elements of people-centered early warning systems* [Quatre éléments des systèmes d'alerte précoce axés sur les personnes], ONU-SIMS, plate-forme de promotion d'alerte, 2005a.

Organisation des Nations Unies Stratégie internationale pour la prévention des catastrophes (ONU/SIPC). *Progress report: Worldwide survey of early warning systems* [Rapport d'étape: enquête mondiale des réseaux d'alerte rapide], séance d'information préparée pour le Cabinet du Secrétaire général (EOSG) par le Secrétariat de la SIMS, 2005b.

Organisation des Nations Unies Stratégie internationale pour la prévention des catastrophes (ONU/SIPC). *Hyogo Declaration* [Déclaration Hyogo], tire du rapport final de le World Conference on Disaster Reduction, 18-22 janvier 2005, Kobe, Hyogo, Japon, 2005c. Consulté le 12 février 2008, à l'adresse www.unisdr.org/wcdr/intergover/official-doc/L-docs/Hyogo-declaration-english.pdf

Organisation mondiale de la Santé (OMS). *Le personnel local de santé et la communauté face aux catastrophes naturelles*, Genève, en collaboration avec la Ligue des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, 1989.

Organisation mondiale de la Santé (OMS). *Floods: Climate change and adaptation strategies for human health* [Inondations : changement climatique et stratégies d'adaptation pour la santé humaine], rapport sur une réunion de l'OMS, à Londres, au R.-U., du 30 juin au 2 juillet 2002, EUR/02/5036813, Danemark, Bureau régional de l'Europe, 2002.

Organisation mondiale de la Santé (OMS). *Risk reduction and emergency preparedness: WHO six-year strategy for the health sector and community capacity development* [La réduction des risques et la protection civile : le stratégie de l'OMS pour le secteur de la santé et la renforcement des capacités communautaires], 2007. Consulté le 12 février 2008, à l'adresse http://www.who.int/hac/techguidance/preparedness/en/index.html

Organisation météorologique mondiale (OMM). *Early warning saves grief and money* [Les avertissements précoces préviennent les douleurs et économisent de l'argent], communiqué de presse, 2005. Consulté le 15 mars 2007, à l'adresse http://www.wmo.ch/web/Press/warning.html

Palecki, M.A., S.A. Changnon et K.E. Kunkel. The nature and impacts of the July 1999 heat wave in the Midwestern United States: Learning from the lessons of 1995 [La nature et les effets de la vague de chaleur de juillet 1999 dans le Midwest états-unien : leçons tirées de 1995], *Bulletin of the American Meteorological Society*, vol. 82, nº 7, p. 1353-1367, 2001.

Parker, G. Cyclone Tracy and Darwin evacuees: On the restoration of the species [Le cyclone Tracy et les évacués de Darwin : le rétablissement des espèces], *The British Journal of Psychiatry*, vol. 130, p. 548-555, 1977.

Paszowski, D. (2007). *Heat Management in Canadian Communities* [Gestion de la chaleur aux communutés canadiennes]. Rapport préparé pour Santé Canada.

Plunkett, S.W., C.S. Henry et P.K. Knaub. Family stressor events, family coping, and adolescent adaptation in farm and ranch families [Événements stressants pour les familles, réaction des familles et adaptation des adolescents de familles d'agriculteurs et d'éleveurs], *Adolescence*, vol. 34, nº 133, p. 149-171, 1999.

Pond, K. Waterborne gastrointestinal diseases [Maladies gastro-intestinales d'origine hydrique], dans G. Tamburlini, O.v. Ehrenstein et R. Bertollini (dir.), *Children's health and environment: A review of evidence* [La santé des enfants et l'environnement : revue des faits probants], Environmental Issues Report nº 29, Copenhague, Agence européenne pour l'environnement (AEE), 2002.

Powell, S. *Draft background paper* [Fiche d'information — ébauche], préparée pour la réunion sur invitation portant sur la planification d'urgence et les personnes âgées de l'Agence de la santé publique du Canada du 26 au 28 février 2006, Toronto, Division du vieillissement et des aînés, Agence de la santé publique du Canada, 2006.

Ranhoff, A.H. Accidental hypothermia in the elderly [Hypothermie accidentelle chez les personnes âgées], *International Journal of Circumpolar Health*, vol. 59, nº 3-4, p. 255-259, 2000.

Rego, L. et A.R. Subbiah. *"Actionable" early warning: One of the key ingredients of Preparedness Systems* [Alerte rapide « activable » : un des ingrédients clés des systèmes de préparation], exposé présenté à la Conférence mondiale sur la prévention des catastrophes naturelles, du 18 au 22 janvier 2005, Kobe, Hyogo, Japon, Grappe 2, séance plénière, 2005.

Resources Information Standards Committee (RISC). *Terrain stability mapping in British Columbia* [Cartographie de la stabilité des terrains en Colombie-Britannique], Victoria, Colombie-Britannique, gouvernement de la Colombie-Britannique, 1997.

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Sensitivities to climate change in Canada / sensibilités aux changements climatiques au Canada*, 2000. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://sts.gsc.nrcan/gc.ca/adaptation/main.htm

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne*, 2004a. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://adaptation.nrcan.gc.ca/perspective/index_f.php

Ressources naturelles Canada (RNCan). *L'État des forêts au Canada — Rapport annuel 2003 – 2004*, 2004b. Consulté le 18 août 2006, à l'adresse http://cfs.nrcan.gc.ca/sof/sof04/brief_e.html

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Questions et faits concernant les feux de forêt. Renseignements généraux sur les feux de forêt au Canada,* 2004c. Consulté le 27 mars 2005, à l'adresse http://fire.cfs.nrcan.gc.ca/facts_f.php

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Effets et conséquences géomorphiques de la grande inondation de juillet 1996 dans le Saguenay, Québec*, 2005a. Consulté le 18 août 2006, à l'adresse http://gsc.nrcan.gc.ca/floods/saguenay1996/index_f.php

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Géopanorama du Canada .Les matériaux géologiques de notre pays. Matériaux géologiques — Les sédiments des périodes glaciaires*, 2005b. Consulté le 8 mars 2007, à l'adresse http://geoscape.nrcan.gc.ca/canada/icesed_f.php

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Géopanorama de Calgary. La stabilité des talus*, 2006a. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://geoscape.nrcan.gc.ca/calgary/topics/slope_f.php

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Géopanorama du sud de la Saskatchewan. Portrait géologique d'une région des Prairies. Glissements de terrain*, 2006b. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://geoscape.nrcan.gc.ca/sask/landslides_f.php

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Système canadien d'information sur les feux de végétation*, 2006c. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://cwfis.cfs.nrcan.gc.ca/fr/index_f.php

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Glissements de terrain. Glissement de terrain à Vancouver Nord : 19 janvier 2005*, 2007. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://gsc.nrcan.gc.ca/landslides/nvancouver_f.php

Rittmaster, L., W.L. Adamowicz, B. Amiro et R.T. Pelletier Economic analysis of health effects from forest fires [Analyse économique des effets sur la santé des feux de forêt], *Journal canadien de la recherche forestière*, vol. 36, nº 4, p. 868-877, 2006.

Robert, B., S. Forget et J. Rouselle. The effectiveness of flood damage reduction measures in the Montreal region [L'efficacité des mesures de réduction des dommages causés par les inondations dans la région de Montréal], *Natural Hazards*, vol. 28, p. 367-385, 2003.

Roth, M., T.R. Oke et W.J. Emery. Satellite-derived urban heat islands from three coastal cities and the utilization of such data in urban climatology [Îlots de chaleur urbains dérivés par satellites dans trois villes côtières et utilisation de ces données en climatologie urbaine], *International Journal of Remote Sensing*, vol. 10, nº 11, p. 1699-1720, 1989.

Rouleau, K., A. Guimond et M. Michaud. *Adapter les infrastructures du ministère des transports du Québec aux changements climatiques : Pergélisol et érosion côtière*, article présenté à la Session technique sur la mobilité durable, 41e Congrès annuel de l'AQTR, Ville de Québec, Québec, 2006.

Roy, E., J. Rouselle et J. LaCroix. Flood Damage Reduction Program (FDRP) in Québec: Case study of the Chaudière River [Programme de réduction des dommages causés par les inondations au Québec : étude de cas — la rivière Chaudière], *Natural Hazards*, vol. 28, p. 387-405, 2003.

Santé Canada. *Le diabète dans les populations autochtones (Premières nations, Inuits et Métis) du Canada : les faits*, Ottawa, Santé Canada, 2000.

Santé Canada. *Canadian Climate Change and Health Vulnerability Assessment, Health and Natural Hazards Scoping Workshop (4-5 December, 2003) — Summary of Recommendations* [Évaluation des changements climatiques et de la vulnérabilité de la santé au Canada, Atelier sur la santé et l'établissement de la portée des dangers naturels (4 et 5 décembre 2003) — résumé des recommandations], Ottawa, Bureau du changement climatique et de la santé, 2003.

Santé Canada. Comment contrer les effets des changements climatiques sur la santé? En s'y préparant bien... *Bulletin de recherche sur les politiques de santé*, vol. 11, p. 1-4, 2005a.

Santé Canada. *La santé et les changements climatiques, recueil d'information pour les professionnels de la santé*, Ottawa, Santé Canada, Division du changement climatique et de la santé, 2005b.

Santé Canada. *Overview of emergency preparedness at the community level: A focus on public health aspects* [Aperçu de la protection civile sur le niveau communautaire : les aspects de la santé publique], rapport préparé par Global Change Strategies International, Ottawa, Bureau du changement climatique et de la santé, 2005c.

Santé Canada. *Le système de soins de santé du Canada*, 2006a. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/hcs-sss/pubs/system-regime/2005-hcs-sss/index_f.html

Santé Canada. *Recherche documentaire — Stratégies relatives à l'évaluation des programmes de lutte contre l'abus des substances chez les autochtones : Examen de la question*, 2006b. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/fnih-spni/pubs/substan_f.html#ads

Santé Canada. *Santé des Premières nations et des Inuits : Maladies et état de santé*, 2006c. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/fnih-spni/diseases-maladies/index_f.html

Santé Canada. *Votre santé et vous : Santé mentale — maladie mentale*, Ottawa, Gouvernement du Canada, 2006d.

Santé Canada. *Be drug wise* [Drogues : sois futé], 2007a. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://drugwise-droguesoisfute.hc-sc.gc.ca/facts-faits/index_f.asp

Santé Canada. *Santé des Premières nations et des Inuits — Profil statistique de la santé des Premières nations au Canada*, 2007b. Consulté le 4 mars 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/fnih-spni/pubs/gen/stats_profil_f.html

Santé Canada. *Assessment of the capacity of the emergency response and public health systems in Atlantic coastal communities to cope with and adapt to extreme weather events exacerbated by a changing climate* [Évaluation de la capacité des systèmes d'intervention d'urgence et de santé publique de faire face et de s'adapter aux événements météorologiques extrêmes accentués par les changements climatiques dans les collectivités côtières de l'Atlantique], CCIAP Proposal, A1136-27, Ottawa, 2007c.

Santé publique de Toronto. *Hot weather response. Heat notification* [Interventions lors des vagues de chaleur. Avis de chaleur], 2007. Consulté le 25 février 2007, à l'adresse http://www.toronto.ca/health/heat_notification.htm

Sapkota, A., J.M. Symons, J. Kleissl, L. Wang, M.B. Parlange et coll. Impact of the 2002 Canadian forest fires on particulate matter air quality in Baltimore City [Impact des incendies de forêts de 2002 au Canada sur la qualité de l'air (particules) à Baltimore], *Environmental Science and Technology*, vol. 39, n° 1, p. 24-32, 2005.

Scala, J.R., C. Hain, W.M. MacKenzie Jr. et S. Bachmeier. *Meteorological conditions associated with the rapid transport of Canadian wildfire products into the northeast during 5-8 July 2002* [Conditions météorologiques associées au transport rapide des produits des feux de friches au Canada dans le Nord-Est du 5 au 8 juillet 2002], article présenté au 2002 International Geoscience and Remote Sensing Symposium de l'American Meteorological Society, à Boston, Massachussetts, 2002. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://ams.confex.com/ams/pdfpapers/68737.pdf

Scheler, K., P. Carter et E. Hood. *The relationship between synoptic weather patterns and snowpack stability in a high-latitude maritime snow climate* [Lien entre les tendances météorologiques synoptiques et la stabilité de la neige accumulée dans un climat de neige maritime en haute altitude], article présenté à la 72nd annual Western Snow Conference, 2004. Consulté le 27 février 2007, à l'adresse http://www.avalanche.org/~seaac/PDFs/WSC_2004%20paper.pdf

Schneider, S.H. Abrupt non-linear climate change, irreversibility and surprise [Changement climatique abrupte et non linéaire, irréversibilité et événements suprenants], *Global Environmental Change*, vol. 14, p. 245-258, 2004.

Sécurité publique Canada. *Un cadre de sécurité civile pour le Canada*, 2008. Consulté le 15 mars 2007, à l'adresse http://www.securitepublique.gc.ca/prg/em/emfrmwrk-fr.asp

Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC). *Base de données canadienne sur les désastres*, 2005a. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://www.sp-ps.gc.ca/res/em/cdd/index-fr.asp

Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC). *Grêle*, 2005b. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://www.sp-ps.gc.ca/res/em/nh/ha/index-fr.asp

Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC). *Glissements de terrain et avalanches*, 2005c. Consulté le 21 février 2007, à l'adresse http://www.sp-ps.gc.ca/res/em/nh/lsa/index-fr.asp

Shea, K.M. Global environmental change and children's health: Understanding the challenges and finding solutions [Le changement environnemental planétaire et la santé des enfants : comprendre les défis et trouver des solutions], *Journal of Pediatrics*, vol. 143, p. 149-154, 2003.

Shrubsole, D. *Natural disasters and public health issues: A review of the literature with a focus on the recovery period* [Catastrophes naturelles et problèmes de santé publique : revue de la littérature axée sur la période de rétablissement], série de documents de recherche nº 4 de l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques (IPSC), Toronto, Institut de prévention des sinistres catastrophiques, 1999.

Slovic, P. (dir.). *The perception of risk* [Perception du risque], Londres, R.-U., Earthscan Publications, 2000.

Smit, B. et O. Pilifosova. From adaptation to adaptive capacity and vulnerability reduction [De l'adaptation à la capacité d'adaptation et à la réduction des vulnérabilités], dans J. Smith, R.T.J. Kleinet et S. Huq (dir.), *Climate change, adaptive capacity and development*, Londres, Imperial College Press, p. 9-28, 2003.

Smoyer, K.E., D.G.C. Rainham et J.N. Hewko. Heat-stress-related mortality in five cities in southern Ontario: 1980 – 1996 [Mortalité liée aux stress causés par la chaleur dans cinq villes du Sud de l'Ontario : 1980 – 1996], *International Journal of Biometeorology*, vol. 44, nº 4, p. 190-197, 2000.

Smoyer-Tomic, K.E. et D. Rainham. Beating the heat: Development and evaluation of a Canadian hot weather health-response plan [Lutter contre la chaleur : élaboration et évaluation d'un plan d'intervention dans le secteur de la santé en cas de vague de chaleur au Canada], *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, nº 12, p. 1241-1248, 2001.

Smoyer-Tomic, K.E., J.D.A. Klaver, C.L. Soskolne et D. Spady. Health consequences of drought on the Canadian prairies [Conséquences sur la santé de la sécheresse dans les Prairies canadiennes], *EcoHealth*, vol. 1, suppl. 2, p. 144-154, 2004.

Smoyer-Tomic, K.E., R. Kuhn et A. Hudson. Heat wave hazards: An overview of heat wave impacts in Canada [Dangers des vagues de chaleur : survol des effets des canicules au Canada], *Natural Hazards*, vol. 28, nº 2-3, p. 465-486, 2003.

Solomon, G.M., M. Hjelmroos-Koski, M. Rotkin-Ellman et S.K. Hammond. Airborne mold and endotoxin concentrations in New Orleans, Louisiana, after flooding, October – November 2005 [Moisissures disséminées par voie aérienne et concentrations des endotoxines en Nouvelles-Orléans, en Louisiane, après l'inondation d'octobre-novembre 2005], *Environmental Health Perspectives*, vol. 114, nº 9, p. 1381-1386, 2006.

Sookram, S., H. Borkent, G. Powell, W.D. Hogarth et L. Shepard. Tornado at Pine Lake, Alberta — July 14, 2000: Assessment of the emergency medicine response to a disaster [La tornade de Pine Lake, en Alberta — 14 juillet 2000 : évaluation de l'intervention d'urgence du secteur médical à une catastrophe], *Journal canadien de la médecine d'urgence*, vol. 3, nº 1, p. 34-37, 2000.

Soskolne, C.L., K.E. Smoyer-Tomic, D.W. Spady, K. McDonald, J.P. Rothe et coll. *Changement climatique, phénomènes météorologiques extrêmes et effets sur la santé en Alberta*, Santé Canada, Programme de recherche sur les politiques en matière de santé (PRPS), projet nº 6795-15-2001/4400013, 2004.

Statistique Canada. *Recensement de 2001 : série « analyses ». Peuples autochtones du Canada : un profil démographique*, Ottawa, Ministre de l'Industrie, 2003.

Statistique Canada. *Population selon le sexe et le groupe d'âge*, tableau CANSIM 051-0001, 2006. Consulté le 15 mars 2007, à l'adresse http://www40.statcan.ca/l02/cst01/demo10a_f.htm

Tamburlini, G. Children's special vulnerability to environmental health hazards: An overview [Vulnérabilité particulière des enfants aux dangers du milieu : un survol], dans G. Tamburlini, O.v. Ehrensteinet et R. Bertollini (dir.), *Children's health and environment: A review of evidence* [La santé des enfants et l'environnement : revue des faits probants], Environmental issue report nº 29, Copenhague, Danemark, Agence européenne pour l'environnement (AEE) et Bureau régional de l'Europe de l'OMS, p. 18, 2002.

Thomas, D. et D. Mileti. *Designing educational opportunities for the hazards manager of the 21st Century* [Préparer des occasions de sensibilisation pour le gestionnaire des dangers du 21e siècle], rapport de l'atelier du 22 au 24 octobre 2003, Denver, Colorado, Boulder, Colorado, University of Colorado, 2003.

Trudeau, R. Profils mensuels et quotidiens des décès, *Statistique Canada, Rapports sur la santé*, vol. 9. nº 1, p. 45-53, 1997.

Tudor, C. *La base de données de PCC sur les désastres et ses caractéristiques*, Rapport de projet 97-1, Bureau du conseiller scientifique principal, Protection civile Canada, 1997. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/D83-5-97-1F.pdf

Turcotte, M. et G. Schellenberg. *Un portrait des aînés au Canada 2006*, Ottawa, ministre de l'Industrie, Statistique Canada, 2007.

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). *Algal and microbial communities as indicators of prairie wetland integrity* [Communautés algales et microbiennes comme indicateurs de l'intégrité des milieux humides des prairies], 1995. Consulté le 28 février 2007, à l'adresse http://www.epa.gov/owow/wetlands/wqual/pph2_2.html

Vandentorren, S. et P. Empereur-Bissonnet. Health impact of the 2003 heat-wave in France [Impact sur la santé de la vague de chaleur de 2003 en France], dans W. Kirch, B. Menne et R. Bertollini (dir.), *Extreme weather events and public health responses*, Allemagne, Springer-Verlag au nom du Bureau régional de l'Europe de l'Organisation mondiale de la Santé, p. 81-87, 2005.

Vescovi, L., M. Rebetez et F. Rong. Assessing public health risk due to extremely high temperature events: Climate and social parameters [Évaluation des risques pour la santé publique des phénomènes liés à des températures extrêmement élevées : les paramètres climatiques et sociaux], *Climate Research*, vol. 30, p. 71-78, 2005.

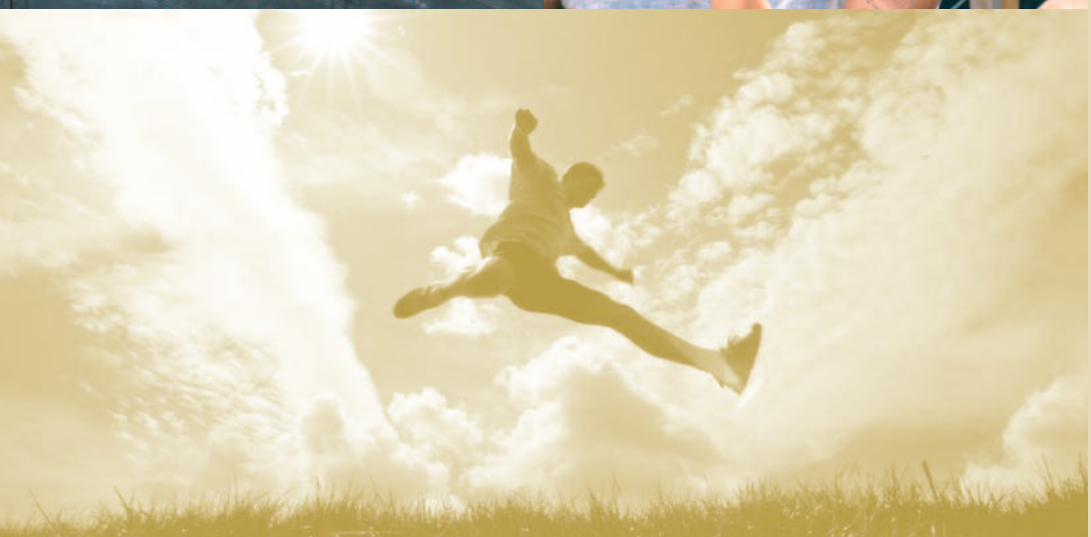
Walker, J., L. Walker et P. Maclennon. An informal look at farm stress [Regard sur le stress chez les agriculteurs], *Psychological Reports*, vol. 59, nº 2, p. 427-430, 1986.

Wheaton, E., V. Wittrock, S. Kulshreshtha, G. Koshida, C. Grant et coll. *Lessons learned from the Canadian drought years of 2001 and 2002: Synthesis report* [Leçons tirées des années de sécheresse 2001 et 2002 au Canada : rapport de synthèse], préparé pour Agriculture et Agroalimentaire Canada, publication nº 11602-46E03 du Saskatchewan Research Council, 2005. Consulté le 28 février 2007, à l'adresse http://www.agr.gc.ca/pfra/drought/info/11602-46E03.pdf

Whiffen, B., P. Delannoy et S. Siok. *Fog: Impact on road transportation and mitigation options* [Le brouillard : conséquences sur le transport routier et mesures d'atténuation], article présenté à la National Highway Visibility Conference, 2004. Consulté le 30 mars 2007, à l'adresse http://www.topslab.wisc.edu/resources/NHVC_presentations/ Paul_Delannoy.pdf

Chapitre 4

Qualité de l'air, changements climatiques et santé



Serge Lamy

Véronique Bouchet

Contributeurs :
Kathleen Buset
Sophie Cousineau
Barry Jessiman
Branka Jovic
Stan Judek
Cheryl Khoury
Tom Kosatsky
Eric Litvak
Radenko Pavlovic
Nedka Pentcheva
Dave Stieb

Chapitre 4

TABLE DES MATIÈRES

4.1 Introduction 129

4.2 Effets de la pollution atmosphérique et de la chaleur accablante sur la santé 129

4.2.1 Effets de la chaleur accablante sur la santé 130

4.2.2 Effets de l'ozone troposphérique sur la santé 132

4.2.3 Effets des particules sur la santé 132

4.2.4 Interactions entre la chaleur et la pollution atmosphérique 133

4.2.4.1 Variations saisonnières de la pollution atmosphérique 134

4.2.4.2 Comparaisons entre villes 135

4.2.4.3 Études des épisodes de chaleur accablante et de leurs effets sur les risques pour la santé de la population liés à la pollution atmosphérique 136

4.2.4.4 Études des masses d'air synoptiques 137

4.2.4.5 Études en laboratoire et sur le terrain 138

4.2.5 Populations vulnérables 138

4.2.5.1 Personnes souffrant de maladies cardiovasculaires 139

4.2.5.2 Personnes âgées 139

4.2.5.3 Enfants 139

4.3 Changements climatiques et pollution atmosphérique 140

4.3.1 Effet des changements climatiques sur les particules et l'ozone 141

4.4 Modélisation de la qualité de l'air au Canada 143

4.4.1 AURAMS : scénarios et hypothèses 143

4.4.2 Modélisation des résultats 145

4.4.2.1 Ozone 145

4.4.2.2 Particules fines 150

4.5 Estimation des effets sur la santé des changements de la qualité de l'air ambiant attribuables aux changements climatiques 152

4.5.1 Estimation des bénéfices pour la santé : scénario des changements climatiques cumulatifs 153

4.5.2 Perspectives sur les effets de la qualité de l'air liés au climat 154

4.6 Gestion des risques et adaptation 155

4.6.1 Normes et tendances 155

4.6.1.1 Ozone troposphérique 155

4.6.1.2 Particules fines 156

4.6.1.3 Pollution de sources canadiennes et transfrontalières 157

Chapitre 4

4.6.2 Prévisions de la cote air santé et adaptation 157

4.6.2.1 La cote air santé 157

4.6.2.2 Sensibilisation du grand public, des populations à risque et des professionnels de la santé 157

4.6.2.3 Liens avec d'autres programmes d'adaptation 158

4.7 Discussion et conclusions 158

4.8 Annexes 160

Annexe 1 : Méthodologie de recherche documentaire 160

Annexe 2 : Modèle AURAMS 160

Annexe 3 : Modèle OEAQA 163

Annexe 4 : Résultats détaillés de l'OEAQA, information sur l'évaluation et fonctions concentration-réponse 168

4.9 Références 177

Chapitre 4

4.1 INTRODUCTION

Dans le présent chapitre, on aborde essentiellement les répercussions possibles des changements climatiques sur la qualité de l'air et leurs effets sur la santé au Canada. On présente d'abord un résumé des répercussions négatives possibles sur la santé de la pollution atmosphérique en se concentrant sur l'ozone troposphérique (O_3) et les matières particulaires (particules ou PM), ainsi que sur la chaleur accablante, y compris les vagues de chaleur. On examine aussi les effets additifs ou synergiques possibles entre la chaleur accablante et la pollution atmosphérique, car la chaleur peut modifier la nature des incidences de la pollution atmosphérique sur la santé. Des études sur les effets de la pollution atmosphérique saisonnière dans des villes de températures et de climats différents ainsi que des études sur la réaction des populations à des événements météorologiques extrêmes sont présentées. (Voir l'annexe 1 pour de plus amples renseignements sur la méthodologie de recherche documentaire.) La revue de la littérature couvre les sources disponibles jusqu'à 2006, sauf pour quelques sources faisant autorité et ayant été publiées depuis (p. ex., l'évaluation 2007 du GIEC).

Le chapitre porte aussi sur les effets qu'une élévation de la température environnementale moyenne (de 4 °C) due aux changements climatiques pourrait avoir sur les niveaux d'O_3 et de PM en été au Canada. Deux scénarios sont envisagés : dans le premier, on examine l'effet indépendant d'une élévation de la température sur la qualité de l'air; dans le second, on étudie l'effet combiné d'une élévation de la température et de la contribution possible de l'évolution des émissions naturelles de composés organiques volatils (COV) à la formation de ces polluants. On compare ensuite les résultats de ces deux scénarios de modélisation à ceux d'une année de référence (2002). On n'aborde pas, dans la présente étude, d'autres effets possibles d'un climat plus chaud sur les émissions anthropiques, la climatologie (comme l'humidité et le vent) et les constituants naturels de l'atmosphère influant sur la qualité de l'air tels que le pollen et les spores.

Enfin, on étudie les effets possibles des changements modélisés des concentrations d'O_3 et de PM sur la santé. Pour chacun des scénarios, on a évalué les modifications aux taux de morbidité et de mortalité attribuables à la pollution atmosphérique ainsi que les coûts qui y sont associés. Le chapitre passe en revue certaines mesures de gestion des risques associés à la pollution atmosphérique au Canada et en guise de conclusion, formule des recommandations pour les travaux de recherche futurs.

4.2 EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE ET DE LA CHALEUR ACCABLANTE SUR LA SANTÉ

L'exposition à la pollution atmosphérique, aussi bien aiguë que chronique, a un certain nombre de répercussions négatives sur la santé qui ont été examinées dans bon nombre d'évaluations des risques menées en bonne et due forme (p. ex., Groupe de travail sur les objectifs et les lignes directrices de la qualité de l'air (GTOLDQA) 1999a, 1999b; l'Organisation mondiale pour la santé (OMS), 2003; l'Agence de protection environnementale des États-unis (U.S. EPA, 2005). La communauté scientifique dispose de recherches volumineuses qui décrivent ces effets et traitent tant de problèmes qui touchent le monde entier que de situations propres au Canada, ainsi que leurs liens avec la mortalité (Burnett et coll., 2000; Goldberg et coll., 2000; Krewski et coll., 2000; Goldberg et coll., 2001a, 2001b, 2001c, 2001d; Pope et coll., 2002; Burnett et Goldberg, 2003; Vedal et coll., 2003; Villeneuve et coll., 2003; Finkelstein et coll., 2004; Jerrett et coll., 2004; Pope et coll., 2004). La chaleur accablante et les vagues de chaleur sont également la source d'inquiétudes

croissantes pour la santé. Les États-Unis et l'Europe ont, par exemple, connu un grand nombre de maladies et de morts liées à des vagues de chaleur dans les années 1990. (Ballester et coll., 1997; Dematte et coll., 1998; Semenza et coll., 1999; Keatinge et coll., 2000; McGeehin et Mirabelli, 2001; Curriero et coll., 2002; Diaz et coll., 2002; Hajat et coll., 2002; Naughton et coll., 2002; Koutsavlis et Kosatsky, 2003). En août 2003, la vague de chaleur accablante qui a frappé l'Europe a entraîné la mort de plusieurs milliers de personnes et contribué à sensibiliser la population aux répercussions possibles des changements climatiques sur la santé (Ledrans et Isnard, 2003; Diaz et coll., 2004; Koppe et coll., 2004; Kovats et coll., 2004; Johnson et coll., 2005; Carcaillon et coll., 2006).

Le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) prévoit que les concentrations atmosphériques de gaz à effet de serre (GES) continueront d'augmenter au cours du prochain siècle, ce qui entraînera une augmentation du réchauffement du climat (GIEC, 2007a). Des changements climatiques ont déjà été observés, comme le montrent les récentes hausses des températures moyennes de l'océan et de l'air à l'échelle mondiale, la fonte générale de la neige et de la glace et l'élévation mondiale du niveau moyen des mers (GIEC, 2007a). Il est très probable qu'un tel réchauffement entraîne des vagues de chaleur plus fréquentes. Il pourrait également avoir des répercussions sur les niveaux d'exposition à la pollution atmosphérique en modifiant les conditions météorologiques régionales et locales et en influant sur les sources à la fois naturelles et anthropiques des émissions des polluants atmosphériques (Watson et coll., 1998; GIEC, 2007b; Department for Environment, Food and Rural Affairs du R.-U. (U.K. DEFRA), 2005). Les changements climatiques pourraient aussi entraîner des changements des modes d'activité et des expositions à la pollution atmosphérique qui les accompagnent. On expose ci-dessous les effets indépendants de la chaleur, de l'ozone troposphérique (O_3) et de la pollution par les particules (deux polluants qui ont reçu une attention considérable) sur la santé humaine. On étudie ensuite les effets synergiques potentiels de la chaleur accablante et de la pollution atmosphérique sur la santé.

4.2.1 Effets de la chaleur accablante sur la santé

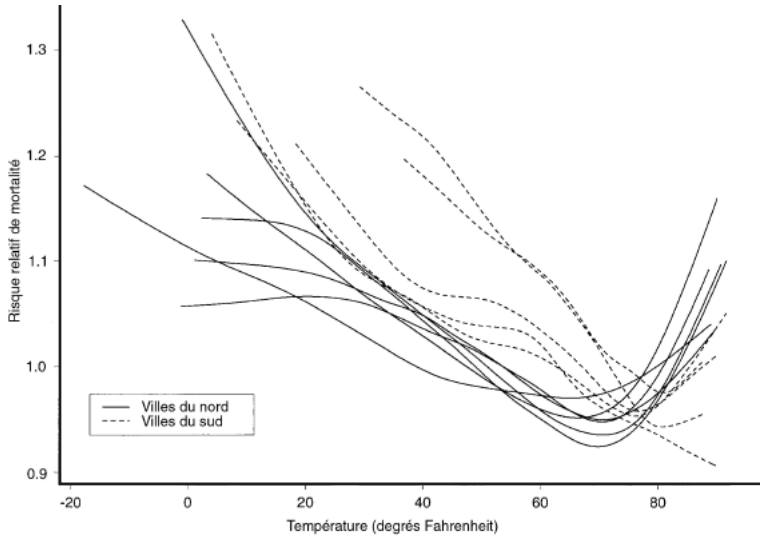
Au-delà d'une étroite zone de confort (zone athermique) dans laquelle la perte et le gain de chaleur du corps sont égaux, l'exposition à la chaleur ou au froid peut entraîner des maladies (morbidité) et, à terme, la mort (mortalité). Le corps régule la chaleur environnementale par le contrôle du rythme métabolique des organes internes, la circulation sanguine de la peau et le frisson ou la transpiration (Rowell, 1983; Dinarello et Gefland, 2001). L'adaptation normale à l'excès de chaleur implique un débit cardiaque élevé et un relâchement des vaisseaux sanguins de la peau pour augmenter le débit sanguin du centre vers la périphérie. La transpiration refroidit le corps grâce à l'évaporation (Bouchama et Knochel, 2002), mais ce mécanisme est moins efficace dans des conditions humides.

Certaines personnes pourraient être dans l'impossibilité d'augmenter suffisamment leur débit cardiaque et leur transpiration, ce qui peut entraîner des élévations de la température corporelle et, éventuellement, la maladie ou la mort. Il s'agit notamment des personnes âgées, des femmes post-ménopausées ou des personnes sous certains traitements médicamenteux, dont les anticholinergiques, les diurétiques, les agents bêta-bloquants, l'œstrogénothérapie de substitution et certains médicaments antipsychotiques (Lee-Chiong Jr. et Stitt, 1995; Freedman et Krell, 1999; Brooks-Asplund et coll., 2000; Speizer, 2001; Gauthier et coll., 2005). Les bébés et les jeunes enfants sont également particulièrement susceptibles de souffrir de maladies liées à la chaleur en raison de l'immaturité de leur système thermorégulateur (Yeo, 2004). Chez les personnes en bonne santé, un effort excessif peut également entraîner une déshydratation, un épuisement par la chaleur, une insuffisance rénale, une atteinte hépatique, un coup de chaleur ou la mort (Hart et coll., 1980; Hughson et coll., 1980; Barrow et Clark, 1998; Dematte et coll., 1998; Bouchama et Knochel, 2002).

Au cours des deux dernières décennies, des épisodes de chaleur accablante aux États-Unis auraient entraîné la mort de plusieurs centaines de personnes (Confalonieri et coll., 2007). Beaucoup de ces décès sont survenus dans des sous-groupes à risque, tels que les personnes âgées souffrant déjà de maladies cardiovasculaires, cérébrovasculaires ou respiratoires. Le nombre précis de personnes souffrant de maladies liées à la chaleur et ayant besoin d'un traitement médical pendant une année donnée au Canada ou aux États-Unis est inconnu, car on ne dispose pas de statistiques fiables. Seul un petit nombre de décès sont reconnus comme ayant été causés par un coup de chaleur au Canada (Koutsavlis et Kosatsky, 2003).

Sur une période de plusieurs semaines, les gens peuvent graduellement s'acclimater à un stress thermique en réduisant leur taux métabolique basal, en augmentant leur capacité à transpirer et en augmentant leur débit sanguin dans la peau (Koppe et coll., 2004). Des études épidémiologiques ont démontré une relation plus ou moins en forme de U ou de J entre la température et la mortalité (Ballester et coll., 1997; Keatinge et coll., 2000; Koppe et coll., 2004). La pente ascendante du « J », dans la figure 4.1, par exemple, commence à des températures plus basses et est plus raide pour les villes du Nord des États-Unis et de l'Europe que pour les villes situées plus au sud (Keatinge et coll., 2000; Curriero et coll., 2002). C'est dans les pays aux climats plus frais ou pendant les vagues de chaleur se produisant en début de saison que les gens sont particulièrement vulnérables parce qu'ils ne sont pas acclimatés au stress de la chaleur. Dans de telles conditions, la pente ascendante de la courbe de mortalité commence à des températures plus basses et est plus prononcée (Keatinge et coll., 2000; Curriero et coll., 2002). Des mesures d'adaptation, telles que des systèmes d'alerte chaleur-santé, des locaux climatisés à la maison et au travail ou l'accès à des centres climatisés pour les personnes pouvant souffrir de stress thermique ont permis de réduire la gravité des répercussions sur la santé (Sheridan et Kalkstein, 2004; U.K. Met Office, 2006; Vittiglio, 2006; Confalonieri et coll., 2007).

Figure 4.1 Courbe dose-réponse pour la mortalité et la température dans onze villes de l'est des Etats-Unis[1]



Nota : les températures de -20 °F, 0 °F, 20 °F, 40 °F, 60 °F et 80 °F correspondent respectivement à -28 °C, -18 °C, -6 °C, 4 °C, 16 °C et 26 °C.

Source : Curriero et coll., 2002.

1 Les courbes dose-réponse en J présentées à la figure 4.1 ont été obtenues à l'aide d'un logiciel utilisant une méthode de traitement statistique appelée « modèle additif generalisé ». Certaines erreurs dans le logiciel sont apparues après la publication de la figure dans Curriero et coll., 2002; une analyse subséquente des données de l'étude tenant compte de ces erreurs a donné des courbes dose-réponse en J similaires mais légèrement modifiées révèlant un interval de température un peu plus large dans lequel la mortalité demeurait constante (Curriero et coll., 2003).

4.2.2 Effets de l'ozone troposphérique sur la santé

L'ozone troposphérique est un polluant qui se forme dans l'atmosphère principalement à partir de composants organiques volatils et d'oxydes d'azote. Bien qu'il existe des sources naturelles de ces deux polluants précurseurs d'ozone, l'activité humaine, particulièrement quand elle implique la combustion de combustibles fossiles, en produit aussi de grandes quantités. L'exposition à l'ozone (O_3) peut entraîner différentes maladies pulmonaires et cardiovasculaires chez des personnes par ailleurs en bonne santé, mais celles qui souffrent déjà de maladies cardiovasculaires ou pulmonaires y sont particulièrement vulnérables (GTOLDQA, 1999a, 1999b; U.S. EPA, 2006a). Étant donné que quelque 45 % de tous les décès au Canada sont attribuables à des maladies cardiopulmonaires, on peut en conclure qu'un important groupe de la population canadienne est potentiellement à risque. Les principales répercussions de l'O_3 sur la santé comprennent des dommages aigus et chroniques au système respiratoire, avec une augmentation de la réactivité des voies aériennes, la perméabilité des voies aériennes, l'inflammation des voies aériennes, la réduction de la fonction pulmonaire et une augmentation des symptômes d'atteinte de l'appareil respiratoire. Les réactions aiguës sont particulièrement préoccupantes chez les asthmatiques, y compris les enfants, et les personnes souffrant de maladies chroniques des voies aériennes. Ces effets semblent s'aggraver au fur et à mesure que la durée de l'exposition augmente (Hyde et coll., 1992; Krzyzanowski et coll., 1992; Künzli et coll., 1997; Lippmann, 2000b). Selon certaines études, l'exposition à court terme à l'O_3 est associée à une gamme d'effets cardiovasculaires, dont l'infarctus aigu du myocarde (Ruidavets et coll., 2005), des arythmies (Dockery et coll., 2005) et une variabilité de la fréquence cardiaque (Park et coll., 2005). Ces résultats constituent des données probantes à l'appui de mécanismes impliqués dans l'association entre l'O_3 et la mortalité prématurée détectée par certaines études épidémiologiques (U.S. EPA, 2006a)

4.2.3 Effets des particules sur la santé

La composition et la concentration des PM en suspension sont variables. Elles sont formées de constituants organiques et non organiques. On classe les particules en fonction de leur taille : grosses ($PM_{10-2.5}$), fines ($PM_{2.5}$) et, plus récemment, très fines ($PM_{0.1}$), ce qui correspond respectivement à des diamètres aérodynamiques de 10 à 2,5 µm (micromètres), < 2,5 µm et < 0,1 µm. Bien qu'il y ait des différences régionales importantes, en général, environ la moitié des $PM_{2.5}$ sont émises directement dans l'atmosphère (particules primaires), tandis que l'autre moitié se forment dans l'atmosphère (particules secondaires) lorsque des gaz précurseurs de l'ozone (le dioxyde de soufre [SO_2], des composés oxygénés de l'azote ou un mélange d'oxydes d'azote [NOx], des composés organiques volatils [COV] et l'ammonium [NH_3]) réagissent ou se condensent pour former des particules (Environnement Canada, 2003a). La plupart des $PM_{10-2.5}$ directement émises dans l'atmosphère provient du sol, de feux de forêts et de friche, de la combustion de combustibles fossiles, d'activités de construction, ainsi que du sel de mer et des sels de voirie (Environnement Canada, 2003a). Bien que les $PM_{10-2.5}$ puissent se déposer en grand nombre dans les poumons, elles sont plus susceptibles de se déposer dans les voies respiratoires supérieures, alors que les plus petites particules, les $PM_{2.5}$ et les $PM_{0.1}$ pénètrent profondément dans les poumons et provoquent tout un éventail de réactions physiologiques, pouvant même entrer dans la circulation sanguine (Delfino et coll., 2005; Penn et coll., 2005; Urch et coll., 2005; Lipsett et coll., 2006).

Des études épidémiologiques et toxicologiques, des études sur le terrain et des études d'exposition humaine contrôlée, qui ont été largement revues dans des

évaluations nationales des risques (GTOLDQA, 1999a, 1999b; U.S. EPA, 2004), ont contribué à démontrer les effets des particules sur la santé. Les PM sont associées à des hospitalisations et à une augmentation de la mortalité à la suite de maladies respiratoires et cardiovasculaires (Burnett et coll., 1999; Burnett et Goldberg, 2003; Goldberg et coll., 2006). Elles sont également associées à une aggravation de l'asthme, à une diminution de la fonction pulmonaire, à une inflammation et à des changements de la variabilité de la fréquence cardiaque (McConnell et coll., 1999; Gong et coll., 2003c; Ebelt et coll., 2005). Ces effets ont été observés aux niveaux de concentrations que l'on retrouve dans plusieurs centres urbains au Canada. Certains groupes au sein de la population, dont les enfants, les personnes âgées et les personnes souffrant déjà de maladies, sont plus vulnérables aux répercussions des PM sur la santé. Les répercussions de l'exposition aux PM tant à court terme (de quelques jours à quelques semaines) qu'à long terme (plusieurs années) dépendent de la composition des particules (qui elle-même peut varier selon les saisons) et de la population exposée (Goldberg et coll., 2000, 2001b; Gordon, 2003; Mueller-Anneling et coll., 2004; Becker et coll., 2005; Crighton et coll., 2001; Delfino et coll., 2005; Li et coll., 2005; Goldberg et coll., 2006; Huang et Ghio, 2006; Kreyling et coll., 2006; Ostro et coll., 2006; Ren et coll., 2006), mais cela n'est pas démontré de manière systématique.

4.2.4 Interactions entre la chaleur et la pollution atmosphérique

La plupart des mécanismes sous-jacents qui ont été examinés pour expliquer les effets biologiques de la chaleur ou des polluants atmosphériques sur la santé semblent concerner des voies biologiques distinctes. Toutefois, il est clair qu'il existe une superposition dans la réaction physiologique du corps à l'activation de ces voies, ce qui laisse croire que des effets synergiques sont tout à fait plausibles. Par exemple, une réduction de la fonction pulmonaire due à une exposition aiguë à l'O_3 ou une réduction de la variabilité de la fréquence cardiaque due à une exposition aux PM nuiront probablement à la capacité d'une personne de maintenir une oxygénation adéquate des tissus, étant donné l'augmentation de la charge cardiovasculaire liée au stress thermique.

En général, toute gêne de la fonction respiratoire attribuable à la pollution pourrait interférer avec les mécanismes thermorégulateurs cardiovasculaires et réduire la charge thermique maximale qu'une personne peut supporter avant l'apparition d'effets négatifs. Il est également à noter que le stress thermique et les PM peuvent entraîner des anomalies de la coagulation sanguine. Celles-ci pourraient déclencher un événement tel qu'un infarctus du myocarde chez une personne à risque dont la charge cardiovasculaire est accrue en raison de la chaleur. Gordon (2003) soutient également que le stress physiologique causé par des changements importants de la température ambiante peut modifier la réaction physiologique aux agents toxiques.

Même si la synergie des effets de la chaleur et de la pollution repose sur un fondement théorique, leurs incidences potentielles individuelles sur la santé des gens et de la population doivent encore être précisées et peu d'études ont en effet examiné explicitement cette question. Il existe également d'autres mécanismes possibles par lesquels la chaleur pourrait modifier l'effet de la pollution atmosphérique sur la santé. Les températures moyennes élevées, par exemple, sont en fait liées à une plus grande exposition à la pollution atmosphérique, parce que les régimes d'activité de la population changent : les gens passent plus de temps à l'extérieur et ils ont tendance à laisser leurs fenêtres ouvertes plus souvent. Toutefois, il reste difficile de tirer des conclusions fermes fondées uniquement sur ces indications. Des études supplémentaires supportées par des mesures plus précises de l'exposition à la pollution atmosphérique et d'évaluations de d'autres facteurs modulants sont nécessaires.

4.2.4.1 Variations saisonnières de la pollution atmosphérique

Des différences saisonnières dans les effets de la pollution atmosphérique sur la santé ont été observées lors d'études examinant le lien entre la pollution atmosphérique et la santé. En été, la lumière solaire intense et les températures élevées contribuent souvent à une formation accrue d'O_3 troposphérique (un composant du smog photochimique), ce qui donne lieu à des expositions combinées à la chaleur en même temps qu'à des niveaux élevés d'O_3 et de PM. Des différences dans la réaction aux PM_{10} (qui ne varie pas de façon prévisible au cours de l'année) semblent davantage indiquer une interaction avec la chaleur, à condition que l'effet d'O_3 ait été pris en compte. Les niveaux d'O_3 sont corrélés avec les niveaux de PM_{10} de façon positive pendant l'été (Ito et coll., 2005) et négative pendant l'hiver. Comme pour les PM_{10}, les effets observés du dioxyde d'azote (NO_2), du dioxyde de soufre (SO_2) et du monoxyde de carbone (CO) en fonction de la saison et de la température sur la mortalité, les consultations et les hospitalisations (Michelozzi et coll., 1998; Hajat et coll., 1999; Chang et coll., 2005) donnent à penser qu'il existe des interactions sous-jacentes.

À l'aide d'une étude de type cas-croisé pour examiner les hospitalisations pour des maladies cardiovasculaires à Taipei entre 1997 et 2001, Chang et coll. (2005) ont réalisé des analyses distinctes dans deux strates de température : les journées fraîches (température moyenne < 20 °C) et les journées chaudes (> 20 °C). Ils ont constaté que le NO_2, le CO et l'O_3 étaient associés de manière significative aux hausses du nombre d'hospitalisations les journées chaudes (après correction dans chacune des strates pour tenir compte des effets de facteurs de confusion possibles comme la température, l'humidité et d'autres polluants). Lors des journées froides, seules les PM_{10} avaient un effet statistiquement significatif après correction pour tenir compte des effets des autres polluants atmosphériques.

Goldberg et coll. (2001d) ont trouvé des corrélations positives entre l'O_3 et les décès non accidentels à Montréal en été, et négatives en hiver. Dans un récent examen de dix études de séries temporelles examinant les liens entre l'O_3 et la mortalité (Ito et coll., 2005), neuf ont révélé des estimations de risques de mortalité plus élevés liés à l'augmentation de l'O_3 au cours des mois chauds lorsque les niveaux d'O_3 étaient plus élevés (le risque hivernal dû à l'exposition à l'O_3 était plus élevé uniquement dans une ville en Australie). La correction pour tenir compte des effets des PM_{10} n'a pas influé de façon marquée sur les résultats.

Dans une méta-analyse d'études sur les effets à court terme de la pollution atmosphérique dans huit villes italiennes, Biggeri et coll. (2005) ont constaté une différence importante dans les répercussions des PM_{10} sur la mortalité, toutes causes confondues par saison, avec une augmentation de la mortalité de 0,54 % pendant la saison froide et de 2,53 % pendant la saison chaude (dans les deux cas, l'augmentation correspond à une augmentation de 10 µg/l de la concentration de PM_{10}). Ils ont également noté que l'ampleur des répercussions était plus grande selon les villes pendant la saison chaude. L'O_3 et les autres polluants n'ont pas été pris en considération ici.

Dans une analyse chronologique des effets des principaux polluants atmosphériques, Michelozzi et coll. (1998) ont relevé que la mortalité totale à Rome de 1992 à 1995 était liée de façon positive aux PM_{10} (ainsi qu'au NO_2), avec une augmentation de 0,4 % de la mortalité observée pour chaque hausse de 10 µg/m^3 des PM, atteignant 1,0 % pendant les mois d'été. Sunyer et coll. (1996), qui ont réalisé une étude semblable à Barcelone, ont trouvé que les variations quotidiennes de la mortalité étaient liées à celles des polluants atmosphériques pendant la période de 1985 à 1991. Après correction en fonction de la température et d'autres facteurs, la fumée noire (particules noires dont le diamètre est inférieur à 4,5 µm) et le SO_2 ont été corrélés de façon positive à la mortalité totale, à la mortalité des personnes âgées et à la mortalité cardiovasculaire. Le lien entre le SO_2 et la mortalité respiratoire n'était cependant significatif qu'au cours des mois d'été. Le NO_2 et l'O_3 ont été positivement corrélés à la mortalité des personnes âgées, ainsi qu'à la mortalité cardiovasculaire au cours de l'été, mais encore une fois, pas pendant les mois d'hiver.

Dans une étude portant sur les consultations chez le médecin pour des problèmes d'asthme à Londres (Hajat et coll., 1999), l'effet de divers polluants atmosphériques a été comparé entre les différentes saisons pour différents groupes d'âge. Des différences saisonnières statistiquement significatives ont été observées chez les enfants pour le NO_2 et chez les personnes âgées pour la fumée noire et les PM_{10}, avec des effets plus importants au cours des mois d'été. Chez les adultes, l'augmentation des niveaux d'O_3 pendant l'été a été associée à une augmentation des consultations médicales.

Anderson et coll. (1996) ont relevé une augmentation sur toute l'année de la mortalité respiratoire attribuable à l'O_3 à Londres, tandis que la mortalité toutes causes confondues et la mortalité cardiovasculaire n'augmentaient que pendant la saison chaude. Ces données donnent à penser que les personnes souffrant de maladies cardiovasculaires pourraient être plus sensibles à une combinaison d'O_3 et de chaleur, alors que celles souffrant de maladies respiratoires semblent être sensibles à l'O_3 quelle que soit la saison. La fumée noire était également liée de façon positive à la mortalité toutes causes confondues pendant les deux saisons, mais davantage au cours des mois d'été. Les résultats étaient semblables après correction pour tenir compte des effets des PM_{10}.

4.2.4.2 Comparaisons entre villes

Les études comparant les effets de la pollution atmosphérique sur la santé entre les villes plus chaudes et les villes plus froides ont également tendance à montrer que les incidences sur la santé sont plus importantes dans les climats plus chauds. Toutefois, les résultats de ces études doivent être considérés avec prudence à cause d'effets de confusion potentiels provenant d'autres facteurs.

Barnett et coll. (2005) ont examiné la relation entre la pollution atmosphérique et les hospitalisations d'enfants pour des maladies respiratoires dans cinq villes d'Australie et de Nouvelle-Zélande. Ils ont constaté que les augmentations du nombre d'hospitalisations pour maladies respiratoires liées aux $PM_{2.5}$ et aux PM_{10} dans le groupe d'enfants âgés de 1 à 4 ans avaient principalement lieu pendant la saison chaude, tandis qu'une association avec le NO_2 chez les enfants plus âgés (de 5 à 14 ans), bien que supérieure pendant la saison chaude, était présente à la fois au cours de la saison chaude et de la saison froide. Dans les villes aux températures moyennes plus élevées, on a également observé des augmentations plus importantes du nombre d'hospitalisations pour maladie respiratoire liées à la concentration sur une heure de NO_2 dans le groupe des enfants âgés de 1 à 4 ans.

Diaz et coll. (2004) ont étudié les effets combinés de la chaleur et de la pollution sur la mortalité juvénile à Madrid, en Espagne, entre 1986 et 1997. Ils n'ont pas trouvé que la température élevée seule était associée à une mortalité accrue. Toutefois, les polluants atmosphériques tels que les particules totales et les NO_x avaient un effet saisonnier important sur la mortalité. Au cours des mois d'été, le risque relatif de mortalité quotidienne lié aux particules totales était de 1,53 chez les enfants de 1 à 5 ans, par rapport à 1,25 au cours des mois d'hiver. Les NO_x n'avaient un effet significatif qu'au cours des mois d'été dans le groupe d'âge des enfants de 0 à 1 an, avec un risque relatif déclaré de 1,07.

Aga et coll. (2003) ont également constaté que la température expliquait en partie les différences observées dans la mortalité liée à la pollution atmosphérique chez les personnes âgées dans 28 villes étudiées dans le cadre du projet *Air Pollution and Health : A European Approach 2* (APHEA2). Dans les villes plus froides ayant une température moyenne quotidienne de 9 °C (25^e percentile), une augmentation de 10 µg/m^3 des PM_{10} entraînait chez les personnes âgées une hausse de la mortalité de seulement 0,44 %. Au contraire, on a constaté une augmentation de 0,91 % dans les villes chaudes où la température moyenne quotidienne est de 15 °C (75^e percentile). En ce qui concerne la fumée noire, la hausse de mortalité a été respectivement de 0,39 % et 0,75 % pour les villes froides et les villes chaudes.

Dans le cadre de l'étude APHEA2, Katsouyanni et coll. (2001) ont examiné les niveaux à court terme des polluants atmosphériques, les ratios des PM_{10} par rapport au NO_2, la fumée noire, la température et l'humidité moyennes, ainsi que les caractéristiques de la population par rapport à la mortalité globale dans plusieurs villes. L'augmentation de la mortalité quotidienne due aux PM_{10} était de 0,29 % au 25e percentile de la température moyenne, et de 0,82 % au 75e. Les effets de la fumée noire dépendaient en partie de la température. La hausse de la mortalité allait de 0,23 % pour les villes au 25e percentile de la température moyenne à 0,70 % pour celles au 75e. Cette étude pourrait toutefois être erronée, des méthodes de régression inappropriées ayant été utilisées.

Choi et coll. (1997), dans l'une des rares études à long terme de l'incidence de la température sur les effets de la pollution atmosphérique, ont évalué la mortalité par cancer du poumon dans 47 préfectures japonaises en fonction des niveaux à long terme de NO_2 et de SO_2, des dépenses en tabac, de la densité des voitures, de la température et du gradient géographique (du nord au sud). Pour les régions les plus au sud et les plus chaudes, l'effet du NO_2 était plus important lorsque les températures moyennes étaient plus élevées, ce qui semble indiquer un effet additif ou synergique de l'exposition à long terme à la pollution atmosphérique et à une température plus élevée sur le risque de mortalité par cancer du poumon.

4.2.4.3 Études des épisodes de chaleur accablante et de leurs effets sur les risques pour la santé de la population liés à la pollution atmosphérique

Les vagues de chaleur permettent d'étudier les effets de la température sur les répercussions de la pollution atmosphérique pour la santé, car elles associent souvent des niveaux élevés ou soutenus de chaleur et de pollution atmosphérique et les impacts de leurs interactions deviennent ainsi plus évidents. Certaines études suggèrent qu'il existe des interactions entre la chaleur et la pollution de l'air, mais qu'elles ne deviennent mesurables qu'au-dessus d'un certain seuil de température (Sartor et coll., 1997).

Dans une étude sur les effets de la vague de chaleur de 2003 en France, on a mené une analyse chronologique quotidienne de neuf villes (Institut de veille sanitaire (InVS), 2004). Les concentrations quotidiennes d'O_3 et les températures minimales et maximales ont été analysées pour la période de huit ans de 1996 à 2003. Le compte journalier de décès a été régressé sur les températures du jour même et les températures des jours précédents et sur les concentrations d'ozone du jour même et de la veille. L'effet d'O_3 seul, de la température seule et de l'interaction d'O_3 avec la température ont été évalués pour la période du 3 au 17 août, soit pendant la vague de chaleur. On a constaté des différences dans les effets de l'O_3 et de la température dans certaines des neuf villes. Bien que l'effet de la température ait généralement été prépondérant, dans deux des neuf villes c'est l'O_3 qui a été la cause de la plupart des décès, et aucune interaction n'a été observée entre l'O_3 et la température.

Fischer et coll. (2004), en Hollande, et Stedman (2004), au Royaume-Uni, ont utilisé une méthode d'évaluation des risques pour estimer les décès liés à la pollution de l'air pendant la vague de chaleur d'août 2003. Les décès ont été estimés sur la base des relations doses-réponses

propres à un pays pour l'O_3 et les $PM_{2.5}$; ensuite, ils ont été soustraits du nombre total de décès excédentaires pendant la vague de chaleur. Pour le Royaume-Uni, Stedman (2004) a estimé que de 21 à 38 % du nombre total de décès excédentaires étaient liés à des concentrations élevées d'O_3 ou de particules, ou des deux. Fischer et coll. (2004) ont estimé qu'aux Pays-Bas, environ 40 % des 1 000 à 1 400 décès excédentaires étaient liés à la pollution atmosphérique.

Sartor et coll. (1995) ont étudié le lien entre les décès quotidiens, la température et les concentrations de polluants atmosphériques sur une longue période de températures supérieures aux normales saisonnières en Belgique, en 1994. La mortalité prévue était basée sur les étés de 1985 à 1993. En 1994, la surmortalité a été de plus de 1 226 décès pendant une période de température élevée avec des niveaux d'O_3 supérieurs à la moyenne. Pour les personnes de plus de 65 ans, l'interaction statistique entre le logarithme d'O_3 et la température, tous deux mesurés le jour précédent, a contribué à 40 % du logarithme des décès quotidiens. On a mené d'autres analyses pour ce groupe d'âge, basées sur les tertiles de la température quotidienne moyenne (Sartor et coll., 1997). Aux températures les plus basses, aucune corrélation n'a été observée entre la température et l'O_3, et seul l'O_3 était lié à la mortalité. Dans le tertile moyen, la température et l'O_3 étaient en corrélation étroite, et le nombre de décès quotidiens variait également en fonction de la concentration d'O_3. Dans le tertile où la température moyenne était la plus élevée (de 21 à 27 °C), la température était le meilleur prédicteur des décès chaque jour et une interaction positive était observée entre la température et l'O_3.

Katsouyanni et coll. (1993) ont étudié la surmortalité dans plusieurs agglomérations de la Grèce pendant une vague de chaleur en juillet 1987. Athènes (une ville à « pollution intense ») était comparée à un groupe de 14 autres villes plus petites (« à faible pollution »). La surmortalité à Athènes était statistiquement différente de celle des autres villes une fois des corrections apportées pour la température, ce qui indiquait que la pollution atmosphérique avait, sur la mortalité, un effet indépendant de la température de l'air. Ce résultat est semblable aux effets observés après comparaison de différentes villes dans les études de l'APHEA, bien que leur conception et leur méthodologie soient différentes. Les limites de l'étude sont le fait que la température de l'air était analysée en faisant la moyenne et sur une période d'un mois complet et qu'il y avait un manque de données réelles pour les polluants et autres facteurs de confusion.

4.2.4.4 Études des masses d'air synoptiques

Les études des masses d'air synoptiques portant sur les effets des polluants atmosphériques sur la santé des populations (Pope et Kalkstein, 1996; Samet et coll., 1998; Smoyer et coll., 2000) n'apportent aucune données probantes à l'effet que la température aurait une influence sur les effets des polluants atmosphériques. La méthode des masses d'air synoptiques (Kalkstein, 1991) a été utilisée pour étudier l'effet de nombreuses variables météorologiques sur la santé. Elle consiste à établir le portrait général des masses d'air à partir de descripteurs météorologiques qui tiennent compte d'un certain nombre de paramètres météorologiques (p. ex., la température, l'humidité, la nébulosité, la direction et la vitesse des vents); les masses d'air ainsi décrites par leurs variables groupées sont généralement désignées en fonction de leur origine géographique. Ces masses peuvent également être classées selon leur similitude avec une situation météorologique classique ou au moyen de méthodes de classification automatique qui regroupent des variables météorologiques coïncidentes dans des groupes ayant des caractéristiques prédéfinies.

À l'aide de la classification synoptique des masses d'air dans quatre grandes villes canadiennes (Montréal, Ottawa, Toronto et Windsor), Cheng et coll. (2005) ont quantifié l'augmentation de la mortalité liée à la chaleur d'ici les années 2050 et 2080 sous l'effet des changements

climatiques. Bien que l'influence de la température sur les effets de la pollution atmosphérique n'ait pas été spécifiquement examinée, une augmentation de la mortalité liée à la pollution de l'air, avec l'O_3 en tête des polluants, a été observée pour l'un des scénarios où les émissions n'ont pas été modifiées.

4.2.4.5 Études en laboratoire et sur le terrain

Les études en laboratoire et sur le terrain, quoique limitées, ont fourni certaines indications d'interactions entre les polluants atmosphériques et la température. Certaines données d'études en laboratoire suggèrent que des températures ambiantes élevées augmentent la toxicité du CO (Yang et coll., 1988). Le lien temporel entre les débits expiratoires de pointe et l'O_3 ambiant a été étudié dans un groupe de 287 enfants et 523 adultes non fumeurs à Tucson en Arizona (Krzyzanowski et coll., 1992). Chez les enfants, les débits expiratoires de pointe étaient réduits les jours où la concentration d'O_3 était plus élevée. Chez les adultes, les débits expiratoires de pointe étaient réduits chez les asthmatiques qui passaient plus de temps à l'extérieur les jours où les niveaux d'O_3 étaient plus élevés. Après correction pour tenir compte d'autres variables aléatoires, on a constaté des interactions significatives entre l'O_3, les PM_{10} et la température; la déficience de la réaction respiratoire attribuable à de faibles concentrations ambientes d'O_3 augmentait avec la température et les PM_{10}.

4.2.5 Populations vulnérables

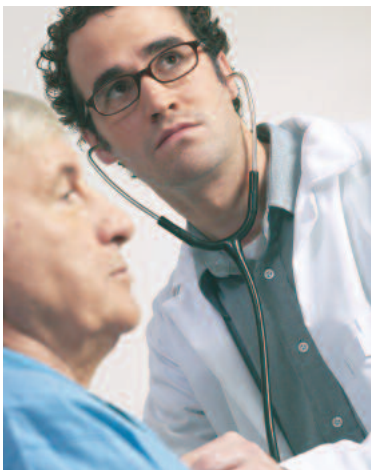
Comme on l'a mentionné précédemment, il est clair que de nombreux facteurs peuvent augmenter les risques pour la santé d'une personne causés par l'exposition à des stress environnementaux tels que la pollution atmosphérique ou la chaleur accablante.

Les groupes les plus vulnérables aux effets des émissions de pollution atmosphérique naturelles et anthropiques ou de la chaleur accablante sont bien identifiés (Neas et coll., 1996; Lippman, 2000a; Ledrans et Isnard, 2003; Jerret et coll., 2004; Newhouse et Levetin, 2004; Carcaillon et coll., 2006) :

- les personnes âgées et celles vivant dans des établissements, tels que des établissements de soins résidentiels;
- les jeunes enfants et les personnes souffrant d'asthme;
- les personnes souffrant de maladies chroniques, en particulier de maladies cardiovasculaires et respiratoires, de maladie rénale, de diabète et d'obésité, ainsi que celles qui prennent certains médicaments; et
- les personnes ayant un statut socio-économique bas et celles vivant dans des quartiers urbains à forte densité de population.

Ce dernier groupe court un risque plus grand de souffrir de répercussions négatives de la pollution atmosphérique sur sa santé, en raison principalement de ses conditions de vie qui l'exposent à des concentrations plus élevées de PM ambiantes, à davantage de polluants gazeux et à plus d'émissions provenant de la circulation. De plus, les personnes de faible niveau socio-économique ont une plus grande incidence de maladie (Finkelstein et coll., 2005).

Lorsque les effets de la chaleur se combinent à ceux de la pollution, les groupes vulnérables peuvent courir des risques plus grands que le reste de la population. Cependant, il est difficile d'estimer qui pourrait avoir une plus grande sensibilité à des effets synergiques possibles; personne n'a encore abordé formellement cette question dans la littérature. On dispose de très peu d'indications sur des groupes spécifiques qui pourraient être particulièrement sensibles.



4.2.5.1 Personnes souffrant de maladies cardiovasculaires

Comme nous l'avons mentionné précédemment, Anderson et coll. (1996) ont constaté que la corrélation entre l'O_3 et la mortalité respiratoire à Londres, au Royaume-Uni, était importante toute l'année, tandis que la corrélation avec la mortalité cardiovasculaire n'était importante que pendant la saison chaude. Sunyer et coll. (1996) sont parvenus à des conclusions similaires. Cela pourrait indiquer que des effets synergiques se font davantage sentir chez les personnes souffrant de maladies cardiovasculaires. De plus, celles-ci semblent être sensibles à la pollution seulement lorsque les températures sont élevées.

4.2.5.2 Personnes âgées

Roberts (2004) a observé des interactions entre les polluants atmosphériques et les températures ambiantes en étudiant la mortalité de personnes de plus de 65 ans, et Aga et coll. (2003) ont trouvé des indications en ce sens dans une étude sur ce groupe d'âge. Dans une autre étude de l'APHEA sur la mortalité pour tous les groupes d'âge (Katsouyanni et coll., 2001), la modification, par la température, des effets sur la mortalité liée à la pollution atmosphérique était comparable à celle constatée par Aga et coll. (2003) chez les personnes âgées. Selon une étude en milieu urbain, la mortalité attribuée à la pollution atmosphérique était légèrement plus importante chez les personnes âgées que dans la population en général; il y avait également un effet légèrement plus prononcé sur le taux de mortalité dans la population en général dans les villes au climat plus chaud. Toutefois, la modification par la température du taux de mortalité liée à la pollution atmosphérique était pratiquement identique chez les personnes âgées et dans la population en général. Cela indique donc que, même si les effets négatifs de la pollution atmosphérique sur la santé sont plus importants chez les personnes âgées, les effets provenant d'une exposition à la fois à la pollution et à des variations de température pourraient être comparables chez les personnes âgées et le reste de la population. La plupart des victimes des vagues de chaleur ayant sévi en Europe et en Amérique du Nord sont des personnes âgées dont la santé était déjà fragile (Bouchama et Knochel, 2002; Curriero et coll., 2002; Diaz et coll., 2002; Hémon et Jougla, 2003; Ledrans et Isnard, 2003; Fischer et coll., 2004; Kovats et coll., 2004; Toulemon et Barbieri, 2004). Il faudrait mener d'autres recherches pour étudier le rôle synergiste possible de la pollution atmosphérique sur la morbidité et la mortalité pendant les vagues de chaleur.

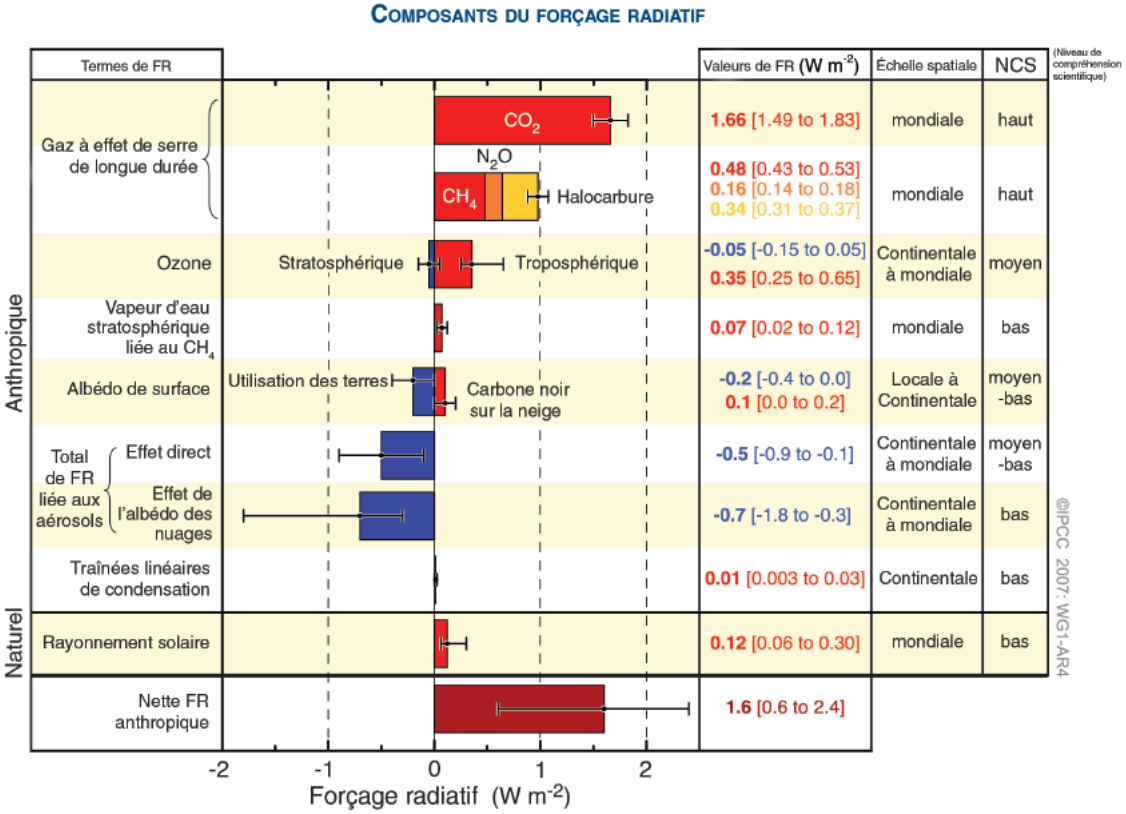
4.2.5.3 Enfants

Hajat et coll. (1999) ont observé des variations saisonnières de l'effet de la pollution sur les consultations médicales pour l'asthme chez les enfants ainsi que chez les personnes âgées. De la même façon, Barnett et coll. (2005) ont trouvé que, chez les enfants de 1 à 15 ans, le lien entre la pollution atmosphérique et les hospitalisations était plus important pendant la saison chaude. Diaz et coll. (2004) ont également constaté que les polluants atmosphériques avaient une plus grande répercussion sur la mortalité juvénile pendant la saison chaude.

4.3 CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE

Le dioxyde de carbone (CO_2) et d'autres GES à base de carbone contribuent aux changements climatiques, tandis que les particules atmosphériques (autre que le carbone noir) peuvent avoir un effet refroidissant en réfléchissant vers l'espace le rayonnement incident (GIEC, 2007a). La figure 4.2 montre certains des facteurs physiques et chimiques importants qui influent sur le réchauffement et le refroidissement de l'atmosphère de la terre (GIEC, 2007a).

Figure 4.2 Facteurs principaux influant sur le réchauffement et le refroidissement de l'atmosphère



Les estimations et gammes du forçage radiatif en moyenne en 2005 pour les concentrations anthropique de dioxyde de carbon (CO_2), méthane (CH_4), oxyde de diazote (N_2O) et pour d'autres agents et mécanismes importants, ensemble avec l'étendue géographique (échelle spatiale) typique de la forçage radiatif et le niveau estimé de compréhension scientifique (NCS). La nette forçage radiatif anthropique et son étendue sont montrés aussi.

Source : GIEC, 2007a. *Bilan 2007 des changements climatiques : Les bases scientifiques physiques, Résumé à l'intention des décideurs* (Figure RID.2, page 4)

L'atmosphère et la surface de la terre reçoivent l'énergie thermique du soleil sous la forme de rayonnement visible et invisible. Le réchauffement atmosphérique mondial est dû au fait que l'énergie du rayonnement solaire incident est retenue; cela est en partie dû aux GES et à d'autres composants atmosphériques tels que les halocarbures, l'oxyde nitreux (N_2O), le méthane (CH_4), le CO_2, l'O_3 troposphérique, les poussières, et le carbone noir issu de la combustion des combustibles fossiles et de la biomasse. Le réchauffement est contrebalancé par les effets de

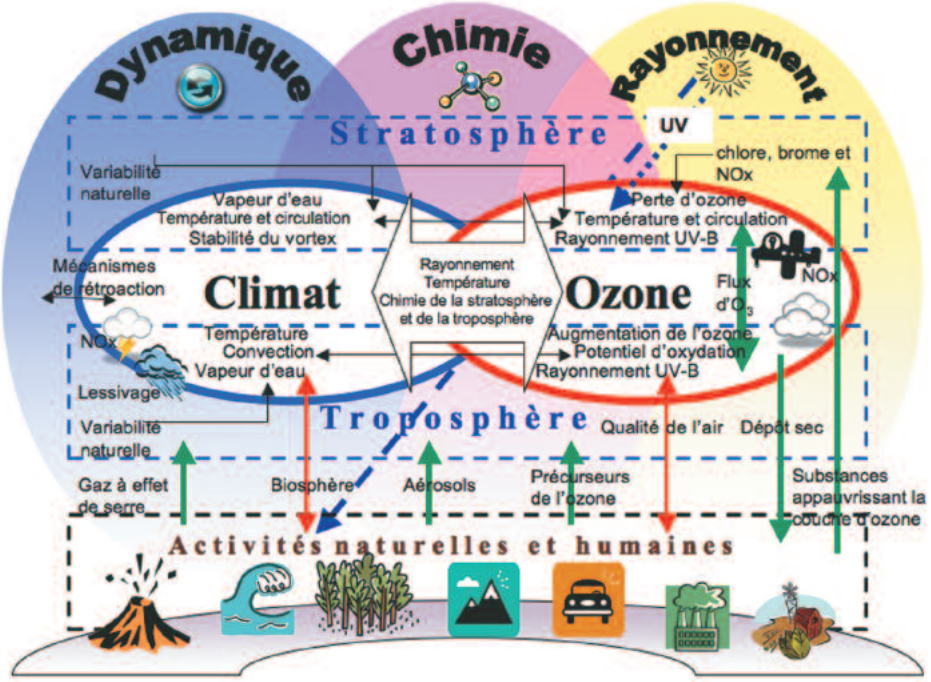
refroidissement de l'O_3 stratosphérique, des aérosols sulfatés, du carbone organique issu de la combustion des combustibles fossiles et de la biomasse, et par une augmentation de la réflexivité de la surface des terres en raison du déboisement de forêts recouvertes de neige (GIEC, 2007a). Dans les présentes conditions atmosphériques, avec l'augmentation des niveaux de CO_2 et d'autres GES, l'effet global de réchauffement est plus important que le refroidissement. La réduction des précurseurs d'aérosols indirects, les NO_x, le NH_3, le SO_2 et les COV, résultat des efforts d'assainissement de la qualité de l'air, devrait conduire à une hausse de la température. Il est possible que l'effet de refroidissement des aérosols sulfatés ait partiellement masqué l'ampleur du réchauffement global (U.K. DEFRA, 2005).

4.3.1 Effet des changements climatiques sur les particules et l'ozone

Les changements climatiques pourraient altérer la qualité de l'air en modifiant les mécanismes complexes touchant la formation et le comportement des PM et de l'O_3. Comme l'ont souligné Bernard et coll. (2001), Lloyd (2001), GIEC (2007b) et d'autres, les changements climatiques pourraient avoir une influence sur les niveaux des polluants ambiants en modifiant : (1) les conditions météorologiques et, par conséquent, les niveaux régionaux et locaux de pollution atmosphérique; (2) les émissions anthropiques; et (3) les émissions naturelles, qui sont fortement influencées par la température.

La figure 4.3 montre la complexité de l'atmosphère et les interactions physiques et chimiques qui influent sur le comportement et la concentration des polluants atmosphériques. Les changements de hauteur des couches atmosphériques qui régissent la distribution verticale des polluants peuvent en modifier la concentration (U.S. EPA, 1989; Hogrefe et coll., 2004; Laurila et coll., 2004b). Le réchauffement planétaire pourrait également accélérer le transfert d'ozone de la stratosphère à la troposphère, où il contribuerait à la formation de smog (Collins et coll., 2003).

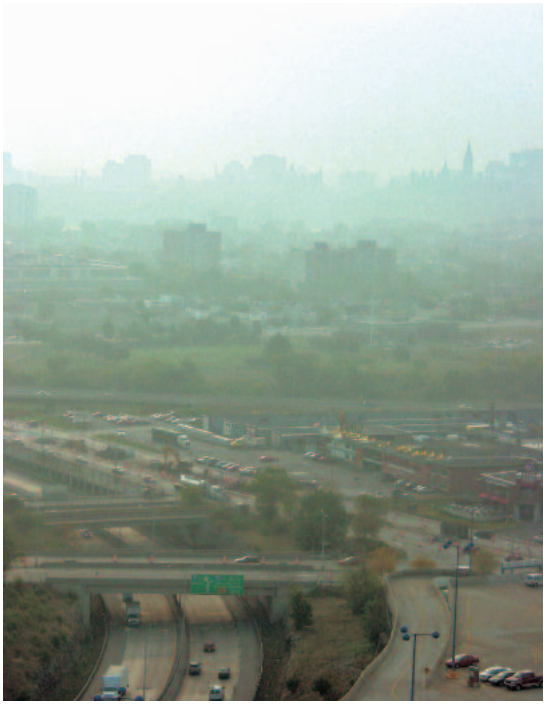
Figure 4.3 Interactions entre le climat, la composition de l'atmosphère, les processus chimiques et physiques régis par l'énergie du rayonnement solaire et les activités naturelles et humaines



Source : Adapté de Integrated Global Observing Strategy (IGOS), 2004.

Mickley et coll. (2004) ont mené une analyse de l'effet des conditions climatiques prévues (1950 – 2052) sur les niveaux de polluants aux États-Unis. Leurs simulations à l'aide de modèles de la circulation générale comprennent le carbone noir et le monoxyde de carbone (CO) en tant que traceurs, et montrent que la concentration des deux polluants augmente de 5 à 10 % pendant les épisodes de pollution, même si les niveaux d'émission réels pour les deux traceurs sont maintenus constants pendant la période de simulation. Cela suggère que l'intensité et la durée des épisodes de pollution atmosphérique pourraient augmenter dans un climat plus chaud. Les changements de la fréquence et de l'intensité des épisodes de pollution atmosphérique simulés sont également liés à une réduction des régimes cycloniques, ce qui s'accompagne généralement de pollution atmosphérique. Avec des conditions anticycloniques plus courantes, les inversions seraient plus fréquentes, ce qui entraînerait des épisodes de pollution atmosphérique grave (Hulme et Jenkins, 1998).

Leung et Gustafson Jr. (2005) ont modélisé des scénarios de changements climatiques régionaux (basés sur le scénario A1B du GIEC pour les années 2045 à 2055) afin d'estimer les effets possibles des changements climatiques sur la qualité de l'air aux États-Unis comparativement à la période 1995 – 2005. Ils ont constaté que, pendant l'automne, dans l'ouest des États-Unis, des hausses allant jusqu'à 4 °C de la température de l'air faisaient augmenter le rayonnement solaire et baisser la fréquence des pluies, entraînaient une forte stagnation de l'air dans les zones de haute pression et une détérioration de la qualité de l'air.



Courtoisie de Environzone, Environnement Canada (http://www.eg.gc.ca/environzine)

Ottawa sous le smog

Prather et coll. (2003) ont résumé les résultats de 14 modèles globaux tridimensionnels de la chimie de la troposphère. À partir de six estimations différentes d'émissions mondiales, ils ont calculé que les augmentations moyennes mondiales de l'O_3 troposphérique pour l'an 2030 seraient d'au moins 5 ppb, et atteindraient plus de 20 ppb dans le cas de deux des scénarios d'émissions les plus extrêmes. En utilisant des hypothèses différentes, Anderson et coll. (2001), Tuovinen et coll. (2001), Knowlton et coll. (2004), Laurila et coll. (2004a) et Langner et coll. (2005) sont aussi parvenus à des résultats similaires.

Hogrefe et coll. (2004) ont réalisé une évaluation à grande échelle des conséquences des changements climatiques sur la formation d'O_3 aux États-Unis pour les années 1990, 2020, 2050 et 2080. Ils ont associé un modèle du climat mondial basé sur la famille de scénarios A2 (l'une des familles de scénarios les plus pessimistes) du Rapport spécial sur les scénarios d'émissions du GIEC à un modèle régional pour obtenir des champs des climats régionaux futurs et actuels. Les prévisions d'émissions biogénétiques pour les émissions anthropiques futures sont demeurées les mêmes. Les résultats pour cinq étés consécutifs pendant les années 2020, 2050 et 2080 suggèrent que les niveaux maximaux quotidiens d'O_3 sur 8 heures augmenteraient respectivement de 2,7 ppb, de 4,2 ppb et de 5,0 ppb dans les régions du centre et de l'est des États-Unis. Des hausses plus importantes sont prévues dans certains couloirs urbains, alors qu'on observe des baisses à d'autres endroits particuliers. Les auteurs ont également noté une augmentation du nombre de jours dont les niveaux d'O_3 sur 8 heures dépassent la moyenne américaine actuelle, ainsi qu'un allongement de la durée des épisodes d'O_3.

4.4 MODÉLISATION DE LA QUALITÉ DE L'AIR AU CANADA

Une étude a été réalisée dans le cadre de cette Évaluation pour déterminer l'effet d'une température mondiale supérieure de 4 °C sur la qualité de l'air au Canada. À l'aide du modèle du système régional unifié de modélisation de la qualité de l'air (AURAMS) mis au point par le Service météorologique du Canada, les niveaux d'O_3 et de PM ont fait l'objet de projections. La présente section décrit la méthodologie utilisée pour cette étude, et présente les résultats de la modélisation et les recommandations pour les recherches futures.

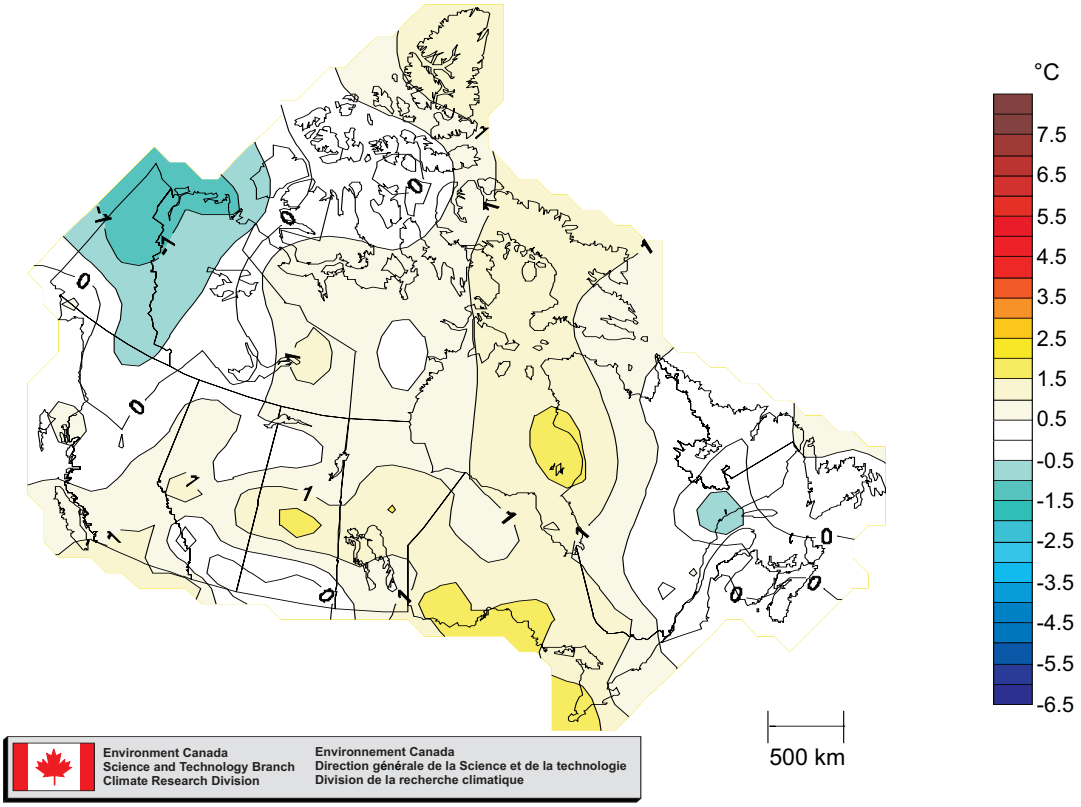
4.4.1 AURAMS : scénarios et hypothèses

Deux scénarios de complexité croissante ont été utilisés pour isoler (1) les effets seuls d'une élévation de la température sur la qualité de l'air (scénario CC4) et, (2) les effets des changements des émissions biosynthétiques des polluants atmosphériques précurseurs, jumelés à des élévations de la température (scénario CC4b). Les niveaux des polluants atmosphériques et les températures tendant à être plus élevés pendant les mois d'été, les concentrations de polluants atmosphériques ont été modélisées pour les mois de juin, juillet et août. Le modèle et ses composantes sont présentés en détail à l'annexe 2.

Une seule hausse de température a été utilisée pour représenter le réchauffement climatique projeté. Le troisième Rapport d'évaluation du GIEC (2001b) indique que les températures en surface moyennes mondiales devraient monter de 1,4 °C à 5,8 °C entre 1990 et 2100, selon un ensemble de simulations de modèles climatiques. Bien que ces simulations puissent ne pas être représentatives des changements climatiques particuliers au niveau régional, elles donnent une plage de températures raisonnables avec lesquelles travailler. Pour établir des comparaisons avec des études antérieures, on a choisi une élévation de 4 °C de la température moyenne en surface pour la présente étude. Cette hausse de la température est identique à celle utilisée par Morris et coll. (1995), mais est un peu plus prudente que celle de 5,8 °C utilisée par Hogrefe et coll. (2004). Selon son quatrième Rapport d'évaluation, le GIEC prévoit que la température moyenne mondiale pour la décennie 2090 – 2099 devrait être de 1,1 à 6,4 °C supérieure à celle de la période 1980 – 1999 selon les projections d'émissions utilisées (GIEC, 2007a). L'augmentation de température modélisée dans le présent exercice, se situant dans cet interval, constitue donc un scénario d'avenir plausible.

On a choisi l'année 2002 comme année de référence pour les simulations. Bien qu'aucun été ne puisse réellement représenter des conditions climatiques moyennes, la seule possibilité, hormis réaliser des simulations pour plusieurs années, est de choisir une année de référence qui soit aussi représentative de la moyenne que possible. La figure 4.4 montre une comparaison des conditions météorologiques de l'été 2002 avec la normale sur 30 ans, en se basant sur le Bulletin des tendances et des variations climatiques pour 2002 (Environnement Canada, 2002a).

Figure 4.4 Écarts régionaux de température de l'été 2002 par rapport à la normale



Dans la plupart des régions du Canada, les températures ont été de 0,5 °C supérieures à la normale au cours de l'été (juin, juillet et août) 2002, et dans l'ensemble, le pays a connu son 19e été le plus chaud depuis le début des enregistrements nationaux, en 1948. La figure 4.4 montre, cependant, que la chaleur n'était ni extrême, ni uniforme pour l'ensemble du pays. Du sud de la Colombie-Britannique au Nunavut en passant par la bordure ouest du Québec, les températures se sont situées entre 0,5 °C et 1,5 °C au-dessus de la normale. Le Yukon, le nord-ouest des Territoires du Nord-Ouest et une petite région autour de l'embouchure du Saint-Laurent ont été les seules régions à avoir un été plus frais que la normale.

L'analyse s'est concentrée sur les mesures des contaminants qui font partie des objectifs actuels de gestion du risque au Canada, à savoir le maximum quotidien d'O_3 sur 8 heures et la concentration moyenne de $PM_{2.5}$ sur 24 heures, ce qui correspond aux mesures utilisées par les Standards pancanadiens (SP) pour ces contaminants. Aux fins de la présente analyse, seuls les objectifs numériques ont été retenus, et on considère qu'il y a dépassement lorsque la concentration moyenne d'O_3 sur 8 heures ou la moyenne de $PM_{2.5}$ sur 24 heures dépassent les SP respectivement de 65 ppb et de 30 µg/m^3 pendant une journée. Pour simplifier, les SP constituent les valeurs de référence tout au long de l'analyse, bien qu'ils soient sensiblement différents des valeurs des American National Air Quality Standards. Comme nous l'expliquons plus bas (section 4.6.1), les SP étant basés sur la faisabilité en ce qui a trait aux cibles à atteindre, les effets sur la santé de la population pourraient se faire sentir

même si les niveaux de polluants se situent en deçà des SP. Nous présentons ci-dessous, à la section 4.5, les effets sur la santé consécutifs à toutes les sources d'exposition de la population sans égard à la situation par rapport à l'atteinte des SP pour les PM et l'ozone.

Par rapport aux mesures réelles, les simulations à l'aide de modèles peuvent présenter des divergences attribuables à différents facteurs. Les résultats des modèles sont néanmoins valables pour estimer dans quelles directions la composition de l'atmosphère va évoluer dans l'avenir. Il est généralement admis que les différences entre deux simulations présentent moins d'incertitudes que celles contenues dans la simulation de référence comparée aux observations réelles. La présente analyse soulignera donc les différences entre les deux scénarios de modélisation et le niveau de référence.

Il faut comprendre que les scénarios utilisés dans la présente étude n'ont pas été conçus dans le but de prévoir précisément comment les changements climatiques influeraient sur la qualité de l'air. L'étude vise plutôt à évaluer seulement deux des facteurs associés aux changements climatiques, à savoir une hausse des températures et une augmentation des émissions biosynthétiques (les COV des plantes et le monoxyde d'azote (NO) du sol). Comme on l'a mentionné précédemment, les changements climatiques interfèreraient également avec les conditions climatiques actuelles et modifierait probablement les émissions anthropiques. Tous ces facteurs pourraient à leur tour influer sur les niveaux ambiants d'O_3 et de $PM_{2.5}$. C'est pourquoi on ne peut tirer aucune conclusion définitive des résultats de la présente étude sur les effets d'un climat futur plus chaud sur les niveaux d'O_3 ou de PM dans l'air. On ne peut qu'obtenir des indications à cet égard.

4.4.2 Modélisation des résultats

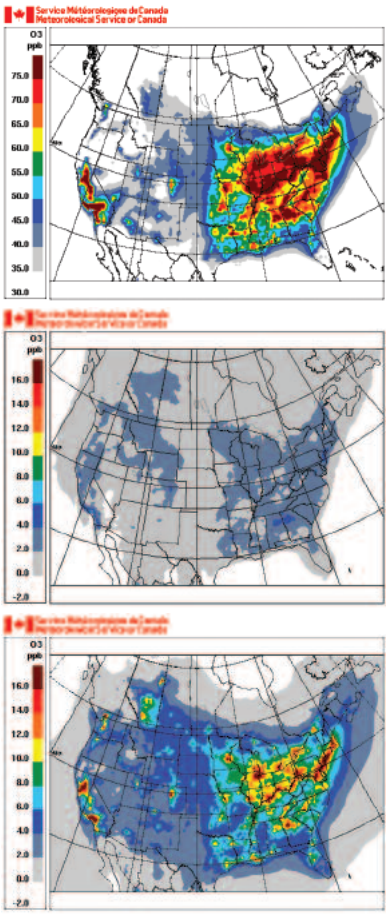
Nous présentons ici les résultats des simulations des scénarios pour l'O_3 et les $PM_{2.5}$. Dans l'ensemble, les résultats relatifs à l'O_3 supportent l'hypothèse que, dans le cas d'une hausse de la température de 4 °C, l'augmentation des émissions de COV biosynthétiques et du NO du sol pourrait faire augmenter les concentrations ambiantes d'O_3. Par contre, on observe des baisses de la concentration moyenne des $PM_{2.5}$ par rapport au niveau de référence. De telles réductions des $PM_{2.5}$ peuvent s'expliquer par des changements dans le système eau-ammonium-nitrates-sulfates qui régit une importante fraction de la masse des PM. Cependant, vu la relative incertitude liée aux processus et à la modélisation des PM atmosphériques, d'autres recherches sont nécessaires pour mieux comprendre l'effet des changements climatiques sur la formation des PM.

4.4.2.1 Ozone

Changements de la moyenne quotidienne maximale sur 8 heures

La figure 4.5 présente la concentration moyenne quotidienne maximale d'O_3 sur une période de 8 heures au cours des trois mois d'été pour le niveau de référence (panneau supérieur), le changement relatif dans le scénario CC4, représentant une hausse de la température de 4 °C par rapport au niveau de référence (panneau du milieu) et le changement relatif dans le scénario CC4b représentant la même hausse de température de 4 °C et la prise en compte d'un changement des émissions biosynthétiques des précurseurs des polluants atmosphériques par rapport au niveau de référence (panneau inférieur).

Figure 4.5 Concentration moyenne quotidienne maximale sur 8 heures d'O_3 en été (ppb)



Nota : panneau supérieur – simulation du niveau de référence; panneau du milieu – changement relatif dans le scénario CC4 par rapport au niveau de référence; panneau inférieur – changement relatif dans le scénario CC4b par rapport au niveau de référence.

Dans le scénario du niveau de référence, la valeur maximale moyenne quotidienne sur 8 heures d'O_3 en été est de 33,5 ppb, la gamme des valeurs allant de 5,4 ppb à 142,3 ppb. Les concentrations les plus élevées (plus de 75 ppb) ont été simulées dans les régions à plus forte densité de population d'Amérique du Nord (p. ex., la vallée de la rivière Ohio, autour des Grands Lacs, la Californie, dans les couloirs urbains comme la région de Washington, D.C., à Boston et dans les environs d'Atlanta). Au Canada, les projections sont à l'effet que les valeurs moyennes quotidiennes maximales d'O_3 sur 8 heures les plus élevées seront observées dans le sud de l'Ontario, au Québec et dans la région de Vancouver, où elles atteindront environ 60 à 70 ppb.

Dans le scénario CC4, on observe une hausse globale des valeurs maximales moyennes quotidiennes d'O_3 sur 8 heures, causée par l'élévation de la température de l'air. La valeur quotidienne moyenne maximale d'O_3 sur huit jours est de 34,5 ppb, une hausse globale de 0,9 ppb par rapport au niveau de référence. Comme dans les études précédentes (Morris et coll., 1995; Aw et Kleeman, 2003; Hogrefe et coll., 2004), la hausse de la température accélère les réactions chimiques et fait donc croître la vitesse de production d'O_3 et autres oxydants. L'augmentation du niveau d'O_3 dans le scénario CC4 n'est supérieure à 6,0 ppb dans aucun des endroits modélisés.

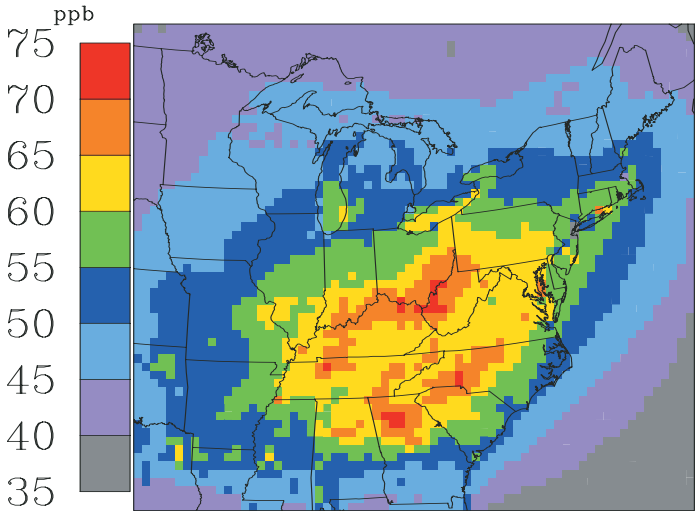
Dans la simulation du scénario CC4b, où des émissions biosynthétiques sont également stimulées avec la hausse de la température, la concentration maximale moyenne quotidienne d'O_3 sur huit heures est de 36,9 ppb, une augmentation globale de 3,4 ppb par rapport à la simulation du niveau de référence. La hausse de la concentration maximale moyenne quotidienne d'O_3 sur huit heures dépasse également parfois 10 ppb. On prédit les hausses les plus importantes de concentration d'O_3 (de 10 à 18 ppb) par rapport au niveau de référence au Canada à Montréal, Toronto, Vancouver, Calgary, Edmonton et Winnipeg. On observe également une

hausse importante (jusqu'à 18 ppb) en Alberta, principalement dans les environs des développements de sables bitumeux près de Fort McMurray. L'augmentation des émissions de NO du sol dans les régions des Prairies (p. ex., en Alberta, en Saskatchewan et dans le Midwest des États-Unis) contribue également à la hausse de la concentration d'O_3 modélisée pour ces régions.

Dans la simulation du scénario CC4b, les émissions biosynthétiques des espèces de COV, telles que les isoprènes et les monoterpènes, augmentent de 25 à 50 %, voire 100 % dans certaines régions, pour une hausse de la température de 4 °C. Les émissions de monoterpènes biogénétiques augmentent principalement dans le nord-ouest et le sud-est des États-Unis, à l'exception de la région de l'Illinois et de l'Ohio. Les émissions d'isoprène augmentent dans les régions de la forêt boréale du Canada. Les fortes croissances de la concentration d'O_3 observées dans les régions de l'Illinois et de l'Ohio et dans d'autres grandes villes des états voisins sont attribuables à l'augmentation des émissions biosynthétiques de COV dans les régions avoisinantes et à la hausse des émissions locales de NO du sol (jusqu'à 15 %).

Dans une étude similaire, Hogrefe et coll. (2004) ont obtenu des conditions climatiques futures en associant les modèles MM5 et GISS[2]. Les résultats pour les années 2080, où la température monte de 4,3 °C pour le GISS et de 5,8 °C pour le MM5, sont comparables à ceux obtenus avec le scénario CC4B ici. La figure 4.6 décrit la distribution spatiale de la concentration moyenne quotidienne maximale d'O_3 sur huit heures en été prévue par Hogrefe et coll. (2004) pour les années 1990. La figure 4.7 représente le changement pour le scénario des années 2080 par rapport à celui des années 1990. En dépit de nombreuses différences entre la présente étude et celle de Hogrefe et coll. (2004), l'ampleur du changement prédite tant dans la simulation du scénario CC4b que dans le scénario correspondant de Hogrefe et coll. (2004) est similaire.

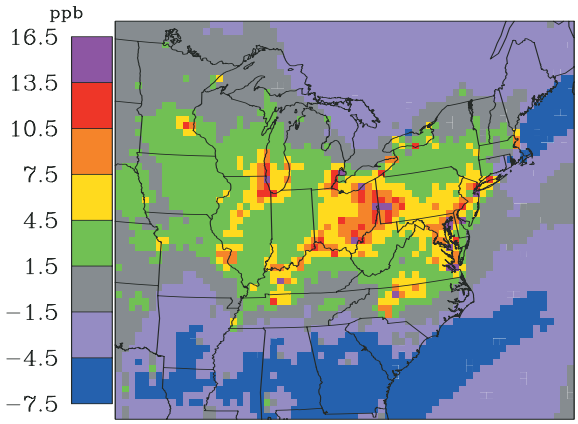
Figure 4.6 Concentration moyenne quotidienne maximale d'O_3 (ppb) sur 8 heures pendant les étés des années 1990



Source : Hogrefe et coll., 2004.

2 Le MM5 est le modèle climatique régional à moyenne échelle du Pennsylvania State University/National Centre for Atmospheric Research. Pour obtenir plus de renseignements au sujet de ce modèle, veuillez consulter Grell et coll. (1994). Le GISS AOM est le Goddard Institute for Space Studies coupled Atmosphere-Ocean Model (modèle couplé océan-atmosphère). Pour obtenir plus de renseignements au sujet de ce modèle, consultez Russell et coll. (1995).

Figure 4.7 Changements de la concentration moyenne quotidienne maximale d'O_3 (ppb) sur 8 heures en été prévus dans le scénario des changements climatiques des années 2080 par rapport aux années 1990

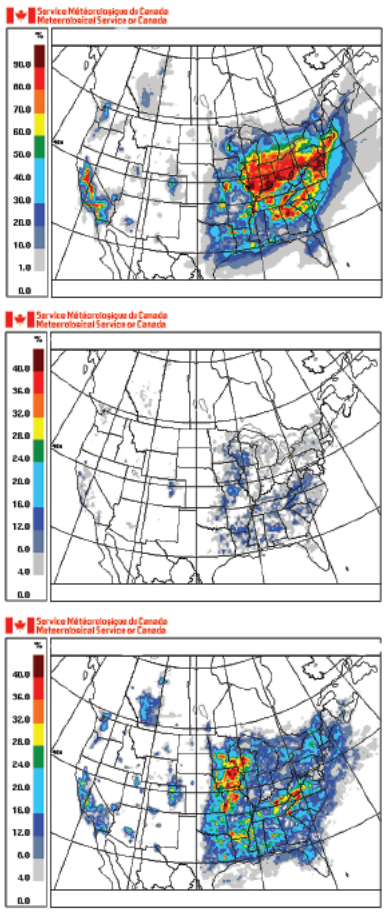


Source : Hogrefe et coll., 2004.

Changements de la fréquence des dépassements

Le panneau supérieur de la figure 4.8 présente le nombre de dépassements des Standards pancanadiens (SP) pour l'O_3 pendant l'été dans la simulation du niveau de référence. S'il survient plusieurs dépassements pendant la même journée, ils sont comptés comme un seul. Au Canada, le nombre de dépassements le plus élevé est d'environ 40 à 80 % dans le couloir Québec-Windsor. Certaines régions situées près de Vancouver et en Alberta enregistrent également un nombre significatif de dépassements des SP pour l'O_3.

Figure 4.8 Pourcentage de jours avec une concentration moyenne d'O_3 sur 8 heures dépassant les SP de 65 ppb



Nota : panneau supérieur – simulation du niveau de référence; panneau du milieu – différence du nombre de dépassements entre la simulation du scénario CC4 et la simulation du niveau de référence; panneau inférieur – différence du nombre de dépassements entre la simulation du scénario CC4b et la simulation du niveau de référence.

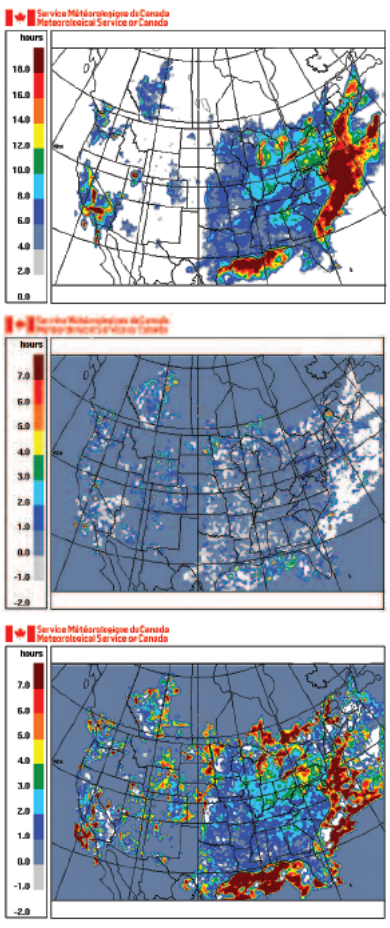
Le panneau du milieu de la figure 4.8 présente l'augmentation relative du nombre de dépassements pour l'O_3 en été, entre le scénario CC4 et le niveau de référence. Le nombre moyen de dépassements a enregistré une légère hausse, passant de 10,0 % dans le niveau de référence à 11,2 %. Au Canada, les changements du nombre de dépassements sont moins marqués, et généralement inférieurs à 10 %. Les changements au niveau local vont de -5,4 à 22,8 %.

Le panneau inférieur de la figure 4.8 présente la hausse relative du nombre de dépassements pour l'O_3 en été, entre le scénario CC4b et le niveau de référence. Le scénario CC4b prévoyait de plus grands changements de nombre de dépassements que le scénario CC4, certaines régions des États-Unis présentant une augmentation de plus de 40 %. Dans l'ensemble, le nombre moyen de dépassements dans le scénario CC4b était de 14,8 % avec des variations locales allant de 0 à 51,1 %. Au Canada, les augmentations les plus importantes sont de nouveau observées dans le couloir Québec-Windsor, et vont de 10 à 25 % en Alberta et à Vancouver.

Changements de la durée des dépassements

Le panneau supérieur de la figure 4.9 présente la durée moyenne simulée (en heures) des dépassements d'O_3 en été dans la simulation du niveau de référence. La durée moyenne des dépassements va de 0 à 52 heures, mais tend à être plus courte au-dessus de la masse terrestre continentale, où les épisodes durent généralement entre 0 à 20 heures.

Figure 4.9 Durée (heures) des épisodes avec des concentrations d'O_3 supérieures à 65 ppb en été



Nota : panneau supérieur – simulation du niveau de référence; panneau du milieu – différence de la durée des dépassements entre la simulation du scénario CC4 et la simulation du niveau de référence; panneau inférieur – différence de la durée des dépassements entre la simulation du scénario CC4b et la simulation du niveau de référence.

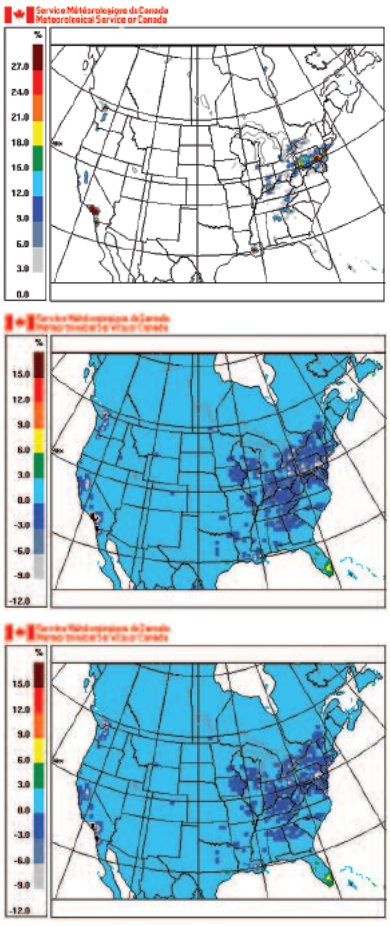
Pour mettre en relief les changements de la persistance des épisodes d'ozone, le panneau du milieu de la figure 4.9 présente les changements du scénario CC4 par rapport au niveau de référence. Les changements au-dessus de la masse continentale durent généralement de -4 à +7 heures, avec un changement moyen de 0,1 heure.

Le panneau inférieur de la figure 4.9 présente les changements du scénario CC4b par rapport au niveau de référence, et indique que, dans plusieurs régions du Canada, les durées moyennes de dépassement d'O_3 pendant l'été seraient de plus de 7 heures. La durée des épisodes d'O_3 diminuerait cependant légèrement à certains endroits du Canada. La durée moyenne des dépassements d'O_3 augmenterait de 1,5 heure par rapport à celle du niveau de référence. Dans les scénarios CC4 et CC4b, l'allongement de la durée moyenne des dépassements d'O_3 atteindrait jusqu'à 30 heures dans certaines régions.

4.4.2.2 Particules fines

La figure 4.10 présente le pourcentage de jours avec des concentrations moyennes de $PM_{2.5}$ sur 24 heures dépassant le SP de 30 µg/m³ pour les simulations du niveau de référence et des scénarios CC4 et CC4b. Les concentrations simulées de $PM_{2.5}$ en été semblent être moins influencées par la hausse de température imposée que les concentrations d'O_3. Dans le niveau de référence, le nombre de jours dans l'ensemble qui enregistre un dépassement est de 4,5 %, mais certains lieux dépassent 20 % dont Los Angeles, Vancouver, la Nouvelle-Orléans, Toronto et la vallée de la rivière Ohio. Bien qu'elles ne soient pas présentées dans le graphique, les concentrations moyennes quotidiennes maximales de $PM_{2.5}$ sur 24 heures sont de 8,9 µg/m³ pour le niveau de référence.

Figure 4.10 Pourcentage de jours avec une concentration moyenne de $PM_{2.5}$ sur 24 heures dépassant le SP de 30 µg/m³

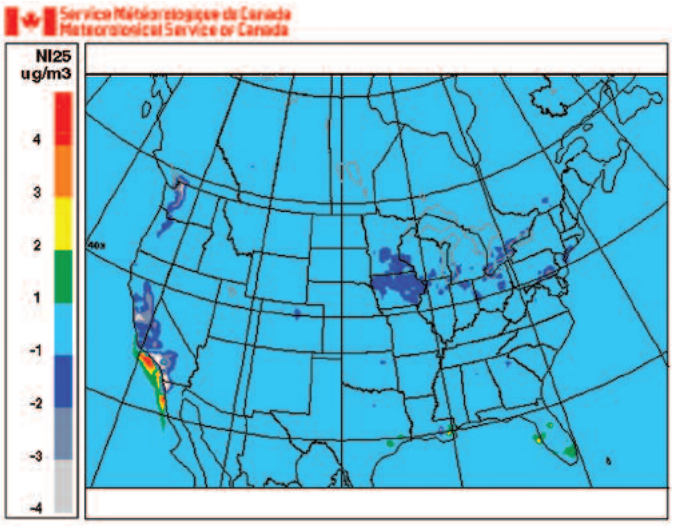


Nota : panneau supérieur – simulation du niveau de référence; panneau du milieu – différence du nombre de dépassements entre le scénario CC4 et le niveau de référence; panneau inférieur – différence du nombre de dépassements entre le scénario CC4b et le niveau de référence.

Dans les scénarios CC4 et CC4b, on n'observe que peu de changements dans l'ensemble par rapport au niveau de référence (environ + 0,5 %). Les concentrations quotidiennes moyennes maximales de $PM_{2.5}$ sur 24 heures augmentent respectivement de 1 à 2 % (jusqu'à 9,0 et 9,1 µg/m^3) dans les scénarios CC4 et CC4b. La durée des dépassements enregistre un changement légèrement plus important que les concentrations massiques, soit une augmentation de 6 % pour le scénario CC4 et de presque 7 % pour le scénario CC4b par rapport au niveau de référence. Ce changement est supérieur à celui enregistré entre le niveau de référence et le scénario CC4 pour l'O_3 (3,5 %), mais inférieur au changement entre le niveau de référence et le scénario CC4b (43 %).

Ce qui est frappant dans les simulations CC4 et CC4b, c'est que les régions industrialisées ou urbaines du Canada, (particulièrement le corridor Québec-Windsor, Winnipeg et le sud de la Colombie-Britannique) enregistrent en fait une diminution du pourcentage de journées où les concentrations moyennes de $PM_{2.5}$ sur 24 heures dépassent les SP de 0 à 10 %. La petite différence entre les niveaux simulés dans les scénarios CC4 et CC4b donne à penser que les niveaux de $PM_{2.5}$ réagissent peu à un changement des émissions biosynthétiques. En se fondant sur la compréhension limitée actuelle de la façon dont les COV biosynthétiques produisent des $PM_{2.5}$ (Pun et coll., 2002; Aw et Kleeman, 2003) et les résultats actuels, les niveaux de $PM_{2.5}$ ne semblent pas être fortement influencés par ce facteur. Les changements observés dans les niveaux de $PM_{2.5}$ entre le niveau de référence et les scénarios CC4 et CC4b pourraient être liés à un changement dans la chimie du système eau-ammonium-nitrates-sulfates qui régit une grande partie de la masse des PM. La figure 4.11 présente la différence dans la concentration de nitrate particulaire (NO_3^-) pendant l'été entre le niveau de référence et le scénario CC4b. Certaines régions enregistreraient une diminution de la concentration de NO_3^- particulaire, tandis que d'autres connaîtraient une augmentation. Les régimes de changement du NO_3^- particulaire suivent ceux des $PM_{2.5}$.

Figure 4.11 Différence entre le scénario CC4b et le niveau de référence pour la fraction NO_3^- des $PM_{2.5}$ pendant l'été



D'autres études ont permis d'observer une baisse des niveaux de NO_3^- particulaire avec l'élévation de la température. Aw et Kleeman (2003) ont réalisé une analyse similaire de l'effet des variations de température sur les niveaux d'O_3 et de $PM_{2.5}$. Ils ont constaté

que, à certains endroits, dans des régions précises qui avaient des concentrations similaires de NH_3 en phase gazeuse et d'acide nitrique (HNO_3), et en particulier les endroits qui présentent des températures initiales relativement élevées, les concentrations de NO_3^- particulaire diminuaient quand la température montait.

La hausse de la température produit un effet net de deux processus opposés : (1) l'accélération des réactions par laquelle se forment les particules (ce qui en fait donc augmenter la concentration) et (2) l'augmentation de la volatilité des composés semi-volatils des $PM_{2.5}$ (ce qui fait diminuer la formation des particules). Aw et Kleeman (2003) ont constaté que, parmi les régions présentant des concentrations élevées de NH_3 en phase gazeuse et des températures initiales relativement basses, les concentrations de NO_3^- particulaire étaient moins sensibles à la hausse de la température; ils ont aussi observé de légères réductions ou parfois de petites augmentations de la concentration de nitrate d'ammonium particulaire (NH_4NO_3). Cela étant dit, le travail de Aw et Kleeman (2003) était limité géographiquement au bassin de la côte sud entourant Los Angeles en Californie. Dans cette région, les particules de nitrate d'ammonium dominent la fraction de la masse des $PM_{2.5}$, et les changements de concentration des aérosols sulfatés secondaires y ont eu un effet négligeable sur le changement observé de la masse des $PM_{2.5}$. Dans les régions où les émissions de SO_2 étaient plus importantes, telles que l'est du Canada et des États-Unis, Aw et Kleeman (2003) avancent que des températures plus élevées conduiraient à une augmentation des concentrations de sulfate particulaire et à une réduction du NO_3^- particulaire. Cependant, même pendant la courte période analysée dans cette étude, il semble que les baisses des niveaux de NO_3^- particulaire sont suffisamment importantes pour causer les changements observés dans la masse des $PM_{2.5}$.

4.5 ESTIMATION DES EFFETS SUR LA SANTÉ DES CHANGEMENTS DE LA QUALITÉ DE L'AIR AMBIANT ATTRIBUABLES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

On a entrepris un exercice de modélisation pour explorer les effets potentiels sur la santé qui pourraient découler des changements de la concentration atmosphérique de l'O_3 et des $PM_{2.5}$ dans un climat plus chaud, ainsi que les coûts qui y sont associés. On a obtenu des estimations en comparant la qualité de l'air modélisée durant les trois mois d'été de 2002 (année de référence) aux conditions modélisées d'O_3 et de $PM_{2.5}$ que pourrait connaître l'Amérique du Nord si la température ambiante moyenne s'élevait de 4 °C. On a également obtenu des changements des concentrations ambiantes liés aux modifications des émissions biosynthétiques de COV. Pour cet exercice, on a fait appel à l'Outil pour évaluer les avantages d'une meilleure qualité de l'air (OEAQA) pour définir les risques pour la santé humaine. Une description détaillée de l'OEAQA, notamment de ses données d'entrée et de sortie, est fournie à l'annexe 3. L'analyse de l'OEAQA se base sur les concentrations de polluants atmosphériques en général, pas seulement sur les endroits où elles dépassaient les SP.

L'évaluation des effets sur la santé des changements de la qualité de l'air (positifs ou négatifs) est habituellement réalisée pour compléter les évaluations de coûts des mesures d'atténuation de la pollution atmosphérique. Une telle analyse coûts – avantages fournit une estimation de la valeur des bienfaits pour la santé

comparativement au coût des mesures particulières de gestion de la pollution. Les effets estimés dans l'analyse actuelle ne sont pas complétés par une estimation des coûts d'atténuation des changements climatiques ou des émissions de GES, ce qui dépasse la portée de cette Évaluation. Elle fournit toutefois une indication des coûts que la société canadienne devrait assumer si les températures montaient de 4 °C, avec des émissions anthropiques de contaminants atmosphériques maintenues aux niveaux de 2002.

Il est difficile d'évaluer la nature précise des répercussions possibles sur la santé, car une telle évaluation quantitative exigerait d'intégrer de nombreuses variables, notamment le comportement humain, les changements des émissions et d'autres variables climatiques. L'effet des changements climatiques sur les $PM_{2.5}$ et l'ozone complexe dépend de nombreuses variables. Si on comprend assez bien les relations avec l'ozone, les relations avec les PM, en revanche, font toujours l'objet de nombreuses études, et les résultats qui en découleront devraient encourager à pousser plus loin les recherches. Dans l'ensemble, on prévoyait que les changements climatiques, dans le scénario CC4b (augmentation de la température et des émissions biosynthétiques), entraîneraient une augmentation de 4,6 % des coûts pour la société canadienne.

4.5.1 Estimation des bénéfices pour la santé : scénario des changements climatiques cumulatifs

Les effets sur la santé prévus avec le passage des concentrations d'O_3 et de $PM_{2.5}$ du niveau de référence aux niveaux projetés dans le scénario CC4b (élévation de la température de 4 °C et augmentation des émissions biogénétiques) sont présentés à l'annexe 4, aux tableaux 4.6 à 4.8. Les résultats du scénario CC4 qui tiennent compte de la température seule sont présentés aux tableaux 4.3 à 4.5.

La concentration moyenne nationale d'O_3 sur huit heures a augmenté de 14,7 % dans le scénario CC4b, et celle des $PM_{2.5}$ sur 24 heures a baissé de 10,5 %. L'augmentation de la mortalité liée à O_3 prévue dans le scénario CC4b est de 658 décès pour la période modélisée de 3 mois, avec des coûts associés de plus de 3 milliards de dollars (tableau 4.6). L'augmentation du nombre de jours avec symptômes respiratoires aigus (JSRA) correspond à 2 940 278 cas, au coût de plus de 42 millions de dollars. Dans l'ensemble, le coût total de l'augmentation des niveaux d'O_3 selon ce scénario est de 3,167 milliards de dollars. À la lumière des résultats des exécutions de modélisation, cela est essentiellement lié aux augmentations d'émissions biogénétiques induites par la température plus qu'à un effet direct de la température sur la formation d'ozone.

La diminution modélisée de la concentration des $PM_{2.5}$ est liée à une réduction de tous les paramètres de santé évalués, dont une réduction de 346 décès prématurés et de 810 934 de JSRA selon le scénario CC4b pour la période concernée de 3 mois (tableau 4.7). Cette réduction du nombre de décès est liée à des économies prévues de 1,8 milliard de dollars. Selon les exécutions de la modélisation, les résultats associés aux PM sont relativement insensibles aux modifications dans les émissions biosynthétiques et sont plus directement liés à l'augmentation de la température que ne le sont ceux qui sont associés à l'O_3. Étant donné l'incertitude considérable liée à cet aspect de la modélisation, il faudra mener d'autres recherches pour avoir un niveau de confiance plus élevé tant envers l'orientation que l'ampleur du changement dans les niveaux de PM.

L'effet global des polluants du scénario CC4b varie selon les paramètres évalués puisqu'il y a augmentation de la fréquence pour certains et diminution pour d'autres (tableau 4.8). Néanmoins, dans l'ensemble, il y aurait une augmentation de 312 des cas de mort prématurée, et on assisterait à une augmentation importante de morbidité de plusieurs types, alors que les cas de bronchite chronique chez les adultes diminueraient de 450. Parmi les autres avantages pour la santé, mentionnons une réduction de 20 consultations en salle d'urgence pour des problèmes cardiaques, de 54 hospitalisations pour des problèmes cardiaques et de 3 479 épisodes de bronchite aiguë chez les enfants. Le coût total pour la société s'établirait à environ 1,4 milliard de dollars pour la période modélisée de 3 mois.

4.5.2 Perspectives sur les effets de la qualité de l'air liés au climat

On a également établi une estimation du nombre de maladies et de décès qui pourraient être évités en l'absence de niveaux ambiants d'O_3 et de $PM_{2.5}$. Cette estimation sert de base pour évaluer l'augmentation du nombre de maladies et de décès liés au scénario des changements climatiques. Pour obtenir cette estimation, on a fixé à zéro les concentrations d'O_3 et de $PM_{2.5}$ pour ensuite les comparer à celles du niveau de référence et des scénarios de changements climatiques.

Les estimations de la morbidité et de la mortalité moyennes du niveau de référence liées à l'O_3 et aux $PM_{2.5}$ comparativement à un scénario de zéro polluant sont présentées respectivement aux tableaux 4.9 et 4.10 de l'annexe 4. Les simulations de l'OEAQA révèlent une augmentation par rapport au niveau de référence de l'incidence de la morbidité et de la mortalité liées à l'O_3 qui va de 4,4 à 5,3 % pour le scénario CC4. Pour le scénario CC4b, la plage va de 19,5 à 23,3 %. En d'autres termes, la prise en compte des émissions biosynthétiques entraîne des taux considérablement plus élevés des effets sur la santé.

La prise en compte de l'élément biosynthétique a un effet opposé sur les PM. Si on prend en compte l'augmentation de la température seule, on constate une réduction significative des effets des PM (de 15,3 à 19,1 %), bien que ces résultats soient modérés par la prise en compte des processus biogsynthétiques connexes (de 11,9 à 15,3 %).

Ces résultats montrent que, bien que ces polluants semblent agir dans des directions opposées sous l'influence des changements climatiques, l'augmentation de la formation d'O_3 aurait des effets nets négatifs sur la santé dans l'ensemble. Ce sont surtout les aspects biosynthétiques de la qualité de l'air qui influent sur ce résultat, et selon cette estimation, il en résulterait une augmentation de quelque 4,6 % du fardeau de la santé lié à la pollution atmosphérique pour la société canadienne, en fonction d'une élévation de la température de 4 °C dans un contexte où les émissions anthropiques se maintiennent à leurs niveaux de 2002. Rappelons que de futurs changements dans les émissions anthropiques dues à la croissance économique, à l'évolution technologique ou à la réglementation auraient aussi des effets importants sur la qualité de l'air, mais ces éléments n'ont pas été pris en compte dans l'exercice de modélisation.

4.6 GESTION DES RISQUES ET ADAPTATION

4.6.1 Normes et tendances

En juin 2000, le gouvernement fédéral et les gouvernements provinciaux et territoriaux du Canada, à l'exception du Québec, se sont entendus sur les Standards pancanadiens (SP) pour les $PM_{2.5}$ et l'O_3. Les SP sont des objectifs de gestion de la qualité de l'air à long terme qui visent à réduire au minimum les risques que ces substances posent pour la santé humaine et l'environnement. Bien que les répercussions sur la santé attribuées aux PM et à l'O_3 aient été observées à des concentrations très faibles, les SP tentent de trouver un équilibre entre la réduction des risques de l'exposition aux $PM_{2.5}$ et à l'O_3 et des mesures technologiquement faisables et rentables permettant de réduire les niveaux ambiants de polluants atmosphériques (Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2006). Plus précisément, il y a les cibles numériques et les échéanciers des SP suivants (CCME, 2000) :

- $PM_{2.5}$: un SP de 30 µg/m^3, moyenne sur 24 heures. L'atteinte de l'objectif sera déterminée en fonction de la moyenne annuelle de la valeur du 98^e percentile, calculée sur trois années consécutives d'ici 2010; et
- O_3 : un SP de 65 ppb, moyenne sur 8 heures. L'atteinte de l'objectif sera déterminée en fonction de la moyenne de la 4^e mesure annuelle la plus élevée, calculée sur trois années consécutives d'ici 2010.

En plus de normes numériques, les SP contiennent également des dispositions qui engagent les autorités à respecter les principes d'« amélioration continue » et de « prévention de la pollution et de protection des régions non polluées ». Bien qu'il ait fallu du temps pour clarifier les processus régissant ces deux principes, ceux-ci vont probablement devenir plus importants dans un contexte de réchauffement climatique. Puisque de plus grandes régions géographiques sont sous l'influence de masses d'air plus chaudes et plus vastes contenant des contaminants atmosphériques, les régions actuellement marginalement conformes aux normes numériques pourraient commencer à approcher ou à dépasser les SP.

4.6.1.1 Ozone troposphérique

Au Canada, les concentrations d'O_3 troposphérique pondérées en fonction de la population montrent une légère augmentation ces dernières années (Gouvernement du Canada, 2007). De 1990 à 2005, les concentrations d'ozone pondérées en fonction de la population ont augmenté de 12 %, avec une marge d'erreur de plus ou moins dix points de pourcentage (figure 4.12). L'O_3 est principalement un problème pour le corridor Québec-Windsor, le sud de la région de l'Atlantique, et la vallée du Bas-Fraser en Colombie-Britannique dans une moindre mesure.

Figure 4.12 Niveaux historiques de l'ozone au Canada

Note : La ligne de tendance représente le taux de changement moyen de 0.8 p. 100 par année. Entre 1990 et 2005, l'indicateur suggère une augmentation statistiquement significative de 12 p. 100 (plus ou moins 10 points de pourcentage, provoquant une augmentation de 2 à 22 p. 100, à un niveau de confiance de 90 p. 100). Les données ambiantes proviennent de 76 stations de surveillance.

Sources : Réseau national de surveillance de la pollution atmosphérique (RNSPA) et Réseau canadien de surveillance de l'air et des précipitations (RCSAP); Statistique Canada, *Recensement de la population*.

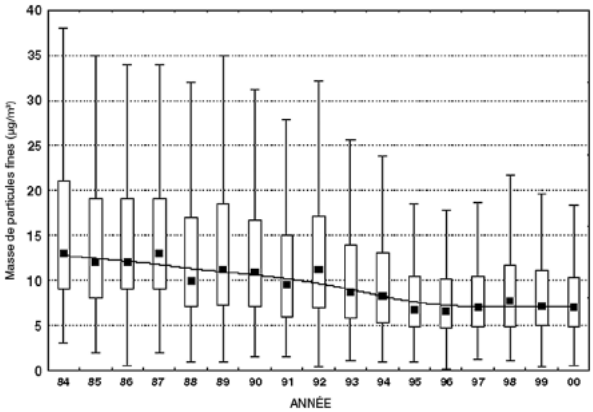
Source : Gouvernement du Canada, 2007.

4.6.1.2 Particules fines

Les tendances historiques des concentrations ambiantes de $PM_{2.5}$ au Canada sont difficiles à évaluer en raison de changements apportés avec le temps aux méthodes de surveillance (Environnement Canada, 2003b). Les moyennes annuelles des concentrations de $PM_{2.5}$ pour 11 sites urbains à travers le Canada apparaissent à la figure 4.13 (Environnement Canada, 2003a). Bien qu'il y ait une tendance légèrement à la baisse de la concentration moyenne des $PM_{2.5}$ au fil du temps, les niveaux moyens depuis le milieu des années 1990 sont relativement stables. On observe également une importante réduction de la valeur du 98^{e} percentile. Ces réductions des concentrations de $PM_{2.5}$ par rapport aux années 1980 et au début des années 1990 sont probablement attribuables à des diminutions des émissions de SO_2 réalisées grâce aux programmes de prévention des pluies acides (Environnement Canada, 2004).

Des rapports plus récents indiquent que les niveaux pondérés en fonction de la population ne montrent pas d'augmentation ou de diminution statistiquement significative entre 2000 et 2005 (Gouvernement du Canada, 2007).

Figure 4.13 Tendance de la moyenne annuelle des $PM_{2.5}$ (µg/m^3) 1984 – 2000 (10^{e} percentile, 98^{e} percentile et moyenne)



Source : Environnement Canada, 2003a.

4.6.1.3 Pollution de sources canadiennes et transfrontalières

Plusieurs bassins atmosphériques nord-américains chevauchent les frontières nationales, ce qui donne lieu à des problèmes de pollution et de qualité de l'air transfrontalières, tandis que, dans d'autres régions, les sources et les conditions des polluants sont principalement locales. Deux régions au Canada ont une pollution atmosphérique transfrontalière considérable : le bassin atmosphérique des Grands Lacs et le bassin atmosphérique du bassin de Georgia-Puget Sound (Environnement Canada, 2004). Un récent rapport, *Transboundary Air Pollution in Ontario* (Yap et coll., 2005), révèle que, lors d'épisodes de smog, la pollution atmosphérique transfrontalière en Ontario atteint ou dépasse les niveaux dus aux sources locales. Le Canada et les États-Unis gèrent actuellement en commun certains aspects de la qualité de l'air en vertu de l'Accord Canada – États-Unis sur la qualité de l'air (AQA) (Environnement Canada, 2006).

4.6.2 Prévisions de la cote air santé et adaptation

4.6.2.1 La cote air santé

Les prévisions de la qualité de l'air et la publication des conditions actuelles de la qualité de l'air donnent à la population la possibilité de prendre des mesures d'adaptation à court terme pour réduire leur exposition aux polluants atmosphériques. Si les indices de la qualité de l'air sont conçus en fonction de cibles relatives à la qualité de l'air ambiant pour les polluants pris individuellement, l'attention se concentre alors sur l'émission de conseils relatifs à la qualité de l'air au moment où ses cibles sont dépassées. Cependant, les données scientifiques actuelles indiquent que les risques pour la santé augmentent de façon plus ou moins linéaire à mesure que la qualité de l'air se dégrade, et que la présence simultanée de plusieurs polluants ajoute aux risques pour la santé.

Santé Canada et Environnement Canada, de pair avec les provinces, les municipalités et différents intervenants des secteurs de la santé et de l'environnement, ont établi un nouvel indice qui reflète mieux les risques immédiats pour la santé liés au mélange de polluants qu'est le smog. La nouvelle cote air santé (CAS) a été conçue comme un outil de protection de la santé personnelle que les individus pourront utiliser sur une base quotidienne. L'échelle de la CAS s'accompagne de conseils relatifs à la santé destinés aux groupes vulnérables que sont les enfants, les personnes âgées et les gens souffrant de maladies cardiovasculaires et respiratoires, ainsi qu'à la population en général, pour permettre aux gens de prendre des décisions éclairées en vue de réduire leur exposition à la pollution atmosphérique, et ainsi réduire les risques pour leur santé qui en découlent. La nouvelle cote est à l'essai dans plusieurs collectivités et sera mise en œuvre partout au Canada dans le cadre d'un nouveau programme de prévision de la qualité de l'air. Par exemple, de l'information sur la cote air santé de la ville de Toronto est disponible à l'adresse Internet www.toronto.ca/health/aqhi/.

4.6.2.2 Sensibilisation du grand public, des populations à risque et des professionnels de la santé

D'importants efforts de marketing social seront menés pour rendre la cote air santé (CAS) aussi efficace que l'indice ultraviolet (UV). Le gouvernement fédéral travaillera, par exemple, en collaboration avec le secteur des communications, notamment MétéoMédia et les médias locaux, pour déterminer les meilleures façons de communiquer la CAS au public à l'aide de différents médias (p. ex., télévision, médias imprimés, radio, système téléphonique automatisé, Internet). Les enseignements tirés des projets pilotes de 2006 utilisant des sites Internet, la radio et le système téléphonique automatisé pour communiquer la CAS seront pris en considération. Les fonctionnaires du programme Gouvernement en direct seront également mis à contribution pour examiner la faisabilité d'un portail fédéral national de la cote, qui offrirait un accès centralisé aux mesures et aux prévisions de la qualité de l'air au moyen de la CAS dans les provinces et les territoires du Canada.

Pour faciliter la formation et l'acceptation de la CAS par les professionnels de la santé, Santé Canada élaborera à leur intention un répertoire d'outils basé sur les recherches récentes. Le répertoire d'outils les informera en détail des effets de la pollution atmosphérique sur la santé, leur donnera de l'information sur la façon d'interpréter et d'expliquer la CAS à leurs patients et proposera des mesures appropriées pour réduire l'exposition à la pollution atmosphérique tout en maintenant un équilibre entre les facteurs d'un mode de vie sain. On produira également des documents pour les professionnels de la santé afin qu'ils les distribuent à leur clientèle.

Des documents de sensibilisation seront élaborés pour le public afin d'assurer l'uniformité des messages sur la santé et la qualité de l'air. Des efforts supplémentaires seront consacrés aux messages ciblant les populations concernées (enfants, personnes âgées et personnes souffrant de maladies cardiovasculaires et respiratoires) et leurs fournisseurs de soins. Ces ressources devraient être mises au point de concert avec les organismes non gouvernementaux et les professionnels de la santé et distribuées par ces derniers.

4.6.2.3 Liens avec d'autres programmes d'adaptation

Plusieurs collectivités dans l'ensemble du pays ont déjà mis en application des systèmes d'alerte en cas de chaleur accablante (voir chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada) et, plus encore, font des recherches sur l'applicabilité de tels systèmes pour leurs collectivités. En 2007, le gouvernement du Canada s'est engagé dans un processus de consultation avec les parties intéressées afin de développer des pratiques exemplaires pour la mise en œuvre de systèmes d'alerte-chaleur et de systèmes d'alerte pour les maladies infectieuses. Les enseignements tirés de la CAS pourraient donner des renseignements extrêmement utiles pour le projet pilote d'alerte et d'intervention en cas de chaleur accablante de Santé Canada. Par exemple, comme c'est le cas pour la qualité de l'air, les groupes les plus vulnérables à la chaleur accablante sont les personnes âgées, les enfants et les gens souffrant déjà de certaines maladies. Les méthodes de sensibilisation et de communication de la CAS pourraient se révéler précieuses pour la conception de messages touchant les effets de la chaleur pour les personnes vulnérables.

4.7 DISCUSSION ET CONCLUSIONS

Dans l'ensemble, les résultats d'études épidémiologiques ont fourni des indications, bien que faibles, que la température peut influer sur les effets de la pollution atmosphérique sur la santé. Cette interaction peut être le résultat de véritables effets synergiques, mais il faut également prendre en compte d'autres explications plausibles. Des températures moyennes plus élevées sont en fait liées à une plus grande exposition à la pollution atmosphérique, parce que les modes d'activité de la population changent (p. ex., les gens passent plus de temps à l'extérieur et ont tendance à laisser leurs fenêtres ouvertes, malgré que l'utilisation de climatisateurs peut réduire cette exposition).

Les résultats de la modélisation de l'atmosphère ne mettent l'accent que sur les changements de température et les émissions biosynthétiques, sans tenir compte des éventuels changements dans les émissions anthropiques. Néanmoins, la modélisation assure une base utile pour les travaux futurs parce que les résultats indiquent que les changements climatiques peuvent modifier les niveaux troposphériques ambiants d'O_3 et de $PM_{2.5}$. Les résultats suggèrent également qu'une hausse de la température

peut entraîner des augmentations des concentrations d'O_3, mais des diminutions des concentrations de $PM_{2.5}$. Toutefois, il faut une modélisation qui prenne en compte tous les facteurs potentiellement liés, comme les précipitations et les émissions anthropiques, pour évaluer correctement les changements que subiront les $PM_{2.5}$ dans des climats plus chauds.

Les changements modélisés des polluants atmosphériques signifient certainement que les changements climatiques pourraient entraîner des augmentations du nombre de maladies et de décès prématurés au Canada. Les estimations des coûts indiquent clairement que les changements climatiques entraîneront un fardeau financier accru, en grande partie attribuable à une augmentation de l'O_3. Une évaluation semblable pour une période de 12 mois se traduirait en théorie par un chiffre plus élevé, mais pas forcément multiplié par quatre, car les épisodes de smog surviennent surtout en été. Les résultats de la quantification des effets sur la santé humaine avec l'OEAQA indiquent clairement que les changements climatiques au Canada peuvent entraîner des coûts importants pour la société.

Les scénarios utilisés ici ne sont qu'une première étape pour mieux comprendre les effets des changements climatiques sur la qualité de l'air. Seuls deux facteurs, la température et les émissions biosynthétiques, parmi les nombreux facteurs qui peuvent être touchés par les changements climatiques, ont été étudiés. Des évaluations plus détaillées du modèle du climat mondial, du modèle climatique régional, du modèle AURAMS et de l'OEAQA pourraient fournir des analyses plus exactes sur la façon dont les changements climatiques pourraient agir sur la pollution atmosphérique au Canada et sur ses répercussions pour la santé.

Les futures évaluations des effets potentiels des changements climatiques sur la santé devraient intégrer la plus grande chaîne d'événements susceptibles d'être concernés. Il faudrait réaliser des estimations plus exactes des effets potentiels sur la santé qui tiennent compte de la croissance et du changement démographique, du climat pour différentes périodes futures (p. ex., autour des années 2020, 2050 et 2080), des émissions anthropiques et naturelles, de la modélisation de l'atmosphère, des changements de l'exposition humaine aux polluants, des changements environnementaux liés aux changements climatiques et les mesures de réduction des GES. Les changements des régimes météorologiques pourraient, par exemple, entraîner une modification des demandes d'énergie pour la climatisation et le chauffage des immeubles, qui pourraient à leur tour entraîner des changements dans les émissions de polluants. Les études devraient également prendre en considération les disparités socio-économiques et de santé des résidents des différents territoires et provinces. Toutefois, même des évaluations plus complexes pourront quand même laisser de nombreuses incertitudes.

4.8 ANNEXES

Annexe 1 : Méthodologie de recherche documentaire

On a interrogé cinq bases de données bibliographiques à l'aide de différents termes combinés en une expression logique pour trouver tous les articles pertinents dans la littérature publiée (figure 4.14).

Figure 4.14 Bases de données bibliographiques, ainsi que les termes de recherche et les expressions logiques utilisés pour la recherche d'études pertinentes dans la littérature

Bases de données
Ovid MEDLINE(R) de 1966 à la 4e semaine de juin 2005 Ovid MEDLINE(R) In-Process & Other Non-Indexed Citations, 5 juillet 2005 Biological Abstracts/RRM de 1992 à 2002 Biological Abstracts de 2002 à juin 2005 Current Contents/All Editions de la 27e semaine de 1993 à la 28e semaine de 2005
Termes de recherche et expression logique (? et $ indiquent caractères jokers)
heat-wave? or heatwave? or (heat wave?) OU heat or hot$ or warm$ or (high$ temperature?) ET temperature? or weather or meteorolog$ or climat$ or season$ ET (air pollut$) or (atmospheric pollut$) or "air quality" or ozone OU (particles OR particulate) and pollut$ ET health or morbidity or mortality or death? or admission? or consult$ or disease? or disorder?

Nota : la recherche a été effectuée en anglais.

Cette recherche a donné plus de 600 documents publiés jusqu'en 2006. Ces documents ont été triés manuellement en fonction de leur titre et de leur résumé, et a permis de réunir 50 articles principaux. Plusieurs autres articles importants cités comme références dans ces documents ou trouvés ailleurs ont été ajoutés à la liste. On a ensuite passé en revue tous les articles, et ceux jugés pertinents, ont été classés et conservés aux fins d'analyse.

Annexe 2 : Modèle AURAMS

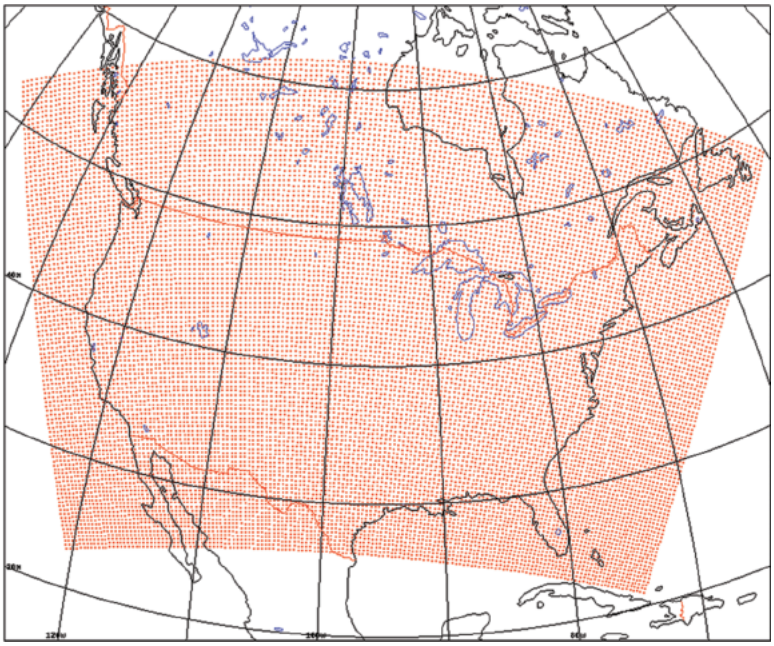
1. Description du modèle

Un système régional unifié de modélisation de la qualité de l'air (AURAMS) a été mis au point par Environnement Canada aux fins de recherche et de politiques. Conçu comme un système à « atmosphère unique », AURAMS permet d'étudier les interactions entre les NO_x, les COV, le NH_3, l'O_3, et les PM primaires et secondaires en suspension dans l'air de taille inférieure à 2,5 µm ($PM_{2.5}$). Il peut donc être utilisé pour régler divers problèmes interreliés de pollution de l'air troposphérique, allant de l'O_3 de surface aux pluies acides en passant par les PM sur tout le continent nord-américain.

AURAMS a été utilisé au-dessus de régions couvrant la totalité ou des parties du continent nord-américain à des résolutions spatiales de 20 à 42 km (figure 4.15). Bien que

les premières applications d'AURAMS aient été limitées à des événements épisodiques, le modèle est maintenant utilisé pour des simulations saisonnières et annuelles, ainsi qu'en mode expérimental pour prévoir la qualité de l'air du lendemain. On peut trouver des évaluations de la performance d'AURAMS dans la littérature examinée par les pairs (Bouchet et coll., 2003; Gong et coll., 2003b; Makar et coll., 2004; McKeen et coll., 2005; Gong et coll., 2006) et dans de récentes évaluations conjointes des États-Unis et du Canada (évaluation scientifique Canada – États-Unis du transport transfrontalier de particules; Canada – États-Unis, étude de faisabilité d'un système de plafonnement et échange des émissions de NO_x et de SO_x). Afin de déterminer la concentration d'O_3 et de PM pour la présente étude, on a exécuté AURAMS à une résolution de 42 km au-dessus d'un domaine continental.

Figure 4.15 Domaines de modélisation d'AURAMS en Amérique du Nord



La description des trois principaux composants du système, le pilote météorologique, le processeur des émissions et le modèle de transport de substances chimiques, sont décrits ci-dessous, ainsi que d'autres détails sur les différents processus représentés dans le modèle de transport de substances chimiques.

2. Composant météorologique

L'AURAMS est dirigé de manière « autonome » par le modèle canadien de prévision opérationnelle : le Modèle global environnemental multi-échelle (GEM). Le GEM est un modèle semi-lagrangien implicite non hydrostatique à deux niveaux de temps (Côté et coll., 1998a, 1998b). Pour les applications relatives à la qualité de l'air, les champs météorologiques d'une fenêtre régionale à haute résolution placée au-dessus du domaine de modélisation de la qualité de l'air sont enregistrés à la fréquence requise par AURAMS (c'est-à-dire 900 secondes), puis interpolés dans l'espace pour correspondre à la grille utilisée par le modèle de la qualité de l'air.

3. Composants des émissions

Composant des émissions anthropiques

Des fichiers horaires sur les émissions des source ponctuelles, des sources diffuses et des sources mobiles sont préparés par le processeur du Sparse-Matrix Operating Kernel Emissions (système de modélisation et de traitement) (SMOKE) à l'aide de fichiers de données provenant de l'Inventaire national des émissions des principaux contaminants atmosphériques du Canada de 2000 et de celui des États-Unis de 2001 pour le domaine d'AURAMS. Les émissions anthropiques canadiennes totales pour l'année 2000 sont présentées au tableau 4.1. On peut facilement accéder en ligne à des renseignements semblables pour l'année 2001, qui sont enregistrés dans l'inventaire national des émissions des États-Unis. Les champs d'émissions préparés pour AURAMS comprennent 17 espèces en phase gazeuse, ainsi que les émissions primaires de $PM_{2.5}$ et de PM_{10}. Dans le composant du transport de substances chimiques d'AURAMS, les émissions de PM sont subdivisées en fonction de la taille et des espèces chimiques comme fonction du flux de la source. Un calcul d'ascension du panache est également utilisé pour les principales sources ponctuelles. Deux autres types d'émissions sont représentés en ligne dans AURAMS : les émissions biosynthétiques au moyen de l'algorithme du Biogenics Emissions Inventory System (système de l'inventaire des émissions biosynthétiques) version 3.09 (BEISv3.09) et les émissions de sel marin provenant du déferlement des vagues (Gong et coll., 2003a).

Tableau 4.1 Émissions anthropiques canadiennes totales (en tonnes) des sources diffuses, mobiles et non routières pour 2000

	Sources étendues*	Sources mobiles†	Sources non routières‡
PMT	17 490 531	21 242	69 771
PM_{10}	105 311 545	21 162	68 787
$PM_{2.5}$	842 433	19 415	60 102
SO_2	202 559	28 005	63 323
NO_x	435 225	936 794	774 694
COV	1 938 958	446 438	354 872
CO	1 870 862	6 313 751	2 915 483
NH_3	591 966	19 695	998

* Dans ce tableau on y inclus les sources industrielles et les petites sources stationnaires qui ont été répertoriées en groupe (p. ex. les poêles à bois et les incinérateurs).

† Automobiles, camions et aux moyens de transport routier.

‡ Moyens de transport non routier tel que les tracteurs et les pelles rétrocaveuses.

Composant des émissions biosynthétiques

Les usines émettent des COV qui peuvent agir comme précurseurs d'O_3 et de $PM_{2.5}$ en réagissant dans l'atmosphère avec d'autres produits chimiques, tels que les NO_x, ou avec des particules solides ou semi-solides. Ces COV comprennent l'isoprène et le méthyle butanol, dont les concentrations les plus élevées se rencontrent dans l'air au-dessus des grandes forêts et des grandes cultures agricoles extensives. Le module de l'inventaire des émissions biosynthétiques BEISv3.09, élaboré aux États-Unis par un partenariat entre l'Environmental Protection Agency et la National Oceanic and Atmospheric Administration (U.S. EPA, 2006b, 2006c), a été utilisé dans AURAMS pour évaluer les émissions biosynthétiques de COV de la végétation et de NO du sol.

Modèle du transport des substances chimiques d'AURAMS

Le composant du transport de substances chimiques d'AURAMS comprend une représentation de tous les processus qui influent sur la formation, la libération et le devenir d'O_3 et des PM. Jusqu'à huit composants chimiques sont pris en considération dans la composition des PM : les sulfates, les nitrates, l'ammonium, le carbone noir, le carbone organique primaire, le carbone organique secondaire, la matière crustale et le sel marin. Ces composants chimiques des PM sont présumés être mélangés à l'intérieur de chacune des 12 catégories de la distribution granulométrique des PM, pour des diamètres allant de 0,01 µm à 40,96 µm. Aucune assimilation de données n'est réalisée dans AURAMS.

AURAMS utilise un mécanisme d'advection semi-lagrangien non oscillatoire (Pudykiewicz et coll., 1997; Sirois et coll., 1999) pour décrire le transport de traceurs chimiques individuels dont le nombre peut aller jusqu'à 145. Le mécanisme de phase gazeuse est une version modifiée du mécanisme ADOM-II (Stockwell et Lurmann, 1989) et intègre 42 espèces en phase gazeuse et 114 réactions basées sur Lurmann et coll. (1986). Il a été élargi pour inclure une formation d'aérosols organiques secondaires basée sur l'approche de Jiang (2003), une chimie inorganique hétérogène (c'est-à-dire la séparation des particules gazeuses du système eau-ammonium-nitrates-sulfates) (Makar et coll., 2003) et une chimie en phase aqueuse fondée sur un mécanisme ADOM modifié associé à des composants explicites d'aérosols. Les aérosols sont représentés par un algorithme multi-composants ventilé par taille des particules (le *Canadian Aerosol Module* [CAM]) (Gong et coll., 2003a). Le CAM se fonde sur une approche granulométrique et comprend les principaux processus des aérosols dans l'atmosphère : production, croissance hygroscopique, coagulation, nucléation, condensation, dépôt sec et sédimentation, piégeage, et activation des aérosols (CCN). Enfin, le dépôt sec de gaz et d'aérosols en fonction de la taille est basé sur l'approche de résistance (Zhang et coll., 2001, 2002) et les processus de dépôt humide des gaz et des aérosols comprennent la conversion nuage-pluie, le piégeage nuageux et l'évaporation (Gong et coll., 2003b).

Annexe 3 : Modèle OEAQA

1. Description du modèle

L'Outil pour évaluer les avantages d'une meilleure qualité de l'air (OEAQA) est un outil de simulation par ordinateur conçu pour évaluer les avantages ou les risques relatifs des changements de la qualité de l'air ambiant du Canada pour la santé et le bien-être des gens. L'OEAQA permet aux utilisateurs de concevoir un grand nombre de scénarios précis en combinant et en associant divers polluants atmosphériques, paramètres de santé, zones géographiques et années de scénario. L'OEAQA peut fournir des estimations de la valeur économique fondées sur les changements de l'incidence des effets sur la santé liés à ceux de la qualité de l'air. L'OEAQA succède au Modèle d'évaluation de la qualité de l'air (MEQA). Il consiste en un fichier Excel contenant des formulaires d'utilisateurs et des barres d'outils à commandes multiples et une programmation en *Visual Basic* qui permet de définir, d'exécuter, d'examiner et de sauvegarder un scénario donné. Un comité d'experts de la Société royale du Canada a passé en revue les outils des analyses socio-économiques et fourni des commentaires précis sur le MEQA, l'ancienne version de l'OEAQA. Le comité d'experts a appuyé le MEQA et les commentaires utilisés dans le modèle (Société royale du Canada, 2001).

L'OEAQA contient des données historiques et des projections démographiques et permet d'accéder à des bases de données sur les concentrations historiques et hypothétiques de polluants, ainsi qu'à des fichiers sur les fréquences initiales des problèmes de santé. Le modèle utilise et contrôle le logiciel intégré @Risk (marque de commerce) pour effectuer des simulations de Monte Carlo, qui font intervenir un échantillonnage des distributions saisies, un suivi des données de sortie et la compilation de statistiques descriptives sur les distributions des données de sortie.

2. Méthode de l'OEAQA

L'avantage ou le risque nets liés aux changements de la concentration des polluants atmosphériques ambiants sont évalués à l'aide des fonctions de la concentration-réponse (FCR) qui sont attribuées à des concentrations de polluants précises et à des populations exposées. L'utilisateur de l'OEAQA définit une FCR pour une combinaison polluant-paramètre de santé, et il l'assigne à une ou à plusieurs régions géographiques. Différentes zones géographiques peuvent se voir attribuer la même estimation de l'effet d'un polluant sur un paramètre de santé ou des estimations différentes (c'est-à-dire qu'il peut y avoir plusieurs FCR pour le même couple polluant-paramètre de santé). Chaque FCR est appliquée à chaque année du scénario.

La formulation du dénombrement estimatif dans sa forme simplifiée consiste en un produit des facteurs suivants :

- la FCR exprimée en pourcentage d'augmentation des paramètres négatifs par unité d'augmentation de concentration du polluant;
- le changement de concentration de polluant comme différence entre les concentrations statu quo et prévues;
- le taux de référence d'incidence du paramètre de santé dans la population; et
- la taille de la population cible.

Ces dénombrements sont obtenus pour des années de scénario données.

3. Fonction concentration-réponse

La FCR est une estimation de l'effet d'un polluant atmosphérique sur un paramètre de santé. C'est une estimation dérivée statistiquement de l'augmentation (exprimée en pourcentage) des paramètres de santé, associée à une augmentation de la concentration du polluant. Elle est en général obtenue à partir d'un modèle statistique ou d'un regroupement d'estimations de plusieurs modèles ou études. La quantification des FCR est par conséquent incertaine; cette incertitude se reflète dans le choix de la forme de distribution (normale, triangulaire ou discrète à trois points) avec des saisies de paramètres correspondants dans l'OEAQA. Pendant l'exécution d'une simulation de modèle pour un scénario, l'outil @Risk échantillonne les fonctions de distribution à partir desquelles sont calculées et suivies les valeurs d'échantillon produites; ces résultats ont donc eux-mêmes des distributions. Il existe 13 paramètres de santé dans ce modèle :

Mortalité liée à une exposition aiguë (court terme)

Jours avec symptômes respiratoires aigus

Cas de bronchite chronique chez l'adulte

Jours avec symptômes d'asthme

Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques

Hospitalisations pour problèmes cardiaques

Bronchite aiguë chez l'enfant

Mortalité due à une exposition chronique

Hospitalisations de personnes âgées présentant des problèmes cardiaques

Jours d'activité restreinte mineure

Consultations aux urgences pour problèmes respiratoires

Hospitalisations pour problèmes respiratoires

Jours d'activité restreinte.

Chacun d'eux représente un paramètre de santé découlant d'une exposition aiguë ou de courte durée, ou d'une exposition chronique ou de longue durée (voir le tableau 4.13 pour toutes les FCR). De plus, chacun de ces paramètres correspond à une certaine proportion d'un groupe d'âge précis de la population. Ces caractéristiques des paramètres de santé sont prédéfinies dans l'OEAQA; l'utilisateur ne peut pas les changer.

4. Valeurs économiques estimatives

Les valeurs économiques estimatives des résultats pour la santé prennent en compte les conséquences économiques et sociales potentielles associées aux effets négatifs sur la santé qui peuvent découler de la pollution atmosphérique, notamment des coûts médicaux, de la perte de travail, des dépenses de santé remboursables, de la douleur et de la souffrance. Bien que les évaluations estimatives utilisées pour évaluer les avantages potentiels puissent inclure les coûts médicaux, elles ne doivent pas être interprétées dans leur totalité comme des économies pour le système de soins de santé. Les évaluations estimatives doivent être considérées simplement comme une indication de la valeur relative que la société accorde aux avantages pour la santé représentés par des diminutions du risque de décès ou de maladie (voir le tableau 4.12 pour des renseignements sur la valeur estimée de l'OEAQA).

Une mesure économique de la valeur représentant les raisons pour lesquelles les gens désirent des réductions des risques pour la santé s'appelle la « volonté de payer ». La volonté de payer est une mesure des compromis monétaires que les gens sont prêts à faire pour réduire leurs risques de mortalité ou de morbidité. Contrairement à de nombreux biens et services que les Canadiens peuvent acheter et apprécier, la prévention des risques pour la santé ne peut pas être directement achetée sur le marché. Par conséquent, il n'y a pas de données sur les prix et la quantité qui permettent d'estimer facilement les valeurs monétaires.

Au cours des cinq dernières décennies, des économistes ont élaboré et amélioré un certain nombre de techniques pour estimer la valeur économique de la prévention des effets négatifs sur la santé. À l'aide de ces techniques, on peut estimer les valeurs en examinant ce que les gens seraient prêts à payer afin de réduire les risques pour leur santé. Il existe un certain nombre de méthodes empiriques d'évaluation, qui tombent essentiellement dans deux catégories : celles qui dépendent du comportement observé sur le marché, soit les « méthodes des préférences révélées » et, celles qui n'en dépendent pas, les « méthodes des préférences déclarées ».

5. Compensation

Par compensation, on entend la soustraction du compte d'un paramètre de santé du compte d'un autre paramètre de santé (voir la partie 8, Données de sortie, plus bas dans l'annexe 3 pour un examen des comptes) parce que les deux se chevauchent. La non-compensation peut entraîner un compte en double. Un exemple courant de compensation est la déduction des hospitalisations pour problèmes respiratoires (HPR) des consultations aux salles d'urgence pour problèmes respiratoires (FSUPR), car on suppose que certaines HPR ont débuté comme des FSUPR. Dans cet exemple, la non-soustraction entraînerait des cas de HPR qui seraient comptés dans deux paramètres de santé. La compensation donne lieu à des estimations prudentes. L'utilisateur peut décider si une FCR a déjà été compensée ou bien, le cas échéant, l'OEAQA appliquera les ajustements de compensation prédéfinis aux comptes des paramètres de santé qui se traduisent par l'application des FCR du modèle du scénario.

6. Regroupement

Le regroupement est l'accumulation de paramètres de santé semblables. Les comptes de mortalité dus à une exposition aiguë et les comptes de mortalité dus à une exposition chronique s'ajoutent habituellement pour obtenir un compte de mortalité totale. On pourrait le faire en dehors de l'OEAQA après avoir effectué une simulation; toutefois, le regroupement pendant la simulation réduit la charge de travail de l'utilisateur. De plus, avec le regroupement pendant la simulation, on obtient des valeurs exactes en percentile pour les distributions des données de sortie sur les paramètres regroupés, tandis qu'on ne peut que les estimer à l'extérieur de la simulation. Le regroupement pendant la simulation exige par contre de faire le suivi de davantage de sorties, et donc un temps d'exécution plus long pour la simulation.

7. Régions géographiques

L'OEAQA a été élaboré en fonction de la géographie du Canada. Il y a 442 régions géographiques dans la version actuelle de l'OEAQA, d'après la géographie du recensement de 2001 telle que déterminée par Statistique Canada. Chacune des 442 régions géographiques correspond à un ou deux des cinq types suivants par niveau (acronyme ou compte) :

- Échelle nationale : Canada entier;
- Échelle provinciale : provinces ou territoires (13);
- Échelle spécifique précise (la plus restreinte) : agglomérations de recensement (AR, 113), régions métropolitaines de recensement (RMR, 27) et divisions de recensement (DR, 288).

Les agglomérations de recensement (AR) sont des villes ayant une population totale de 10 000 à 100 000 habitants et les régions métropolitaines de recensement (RMR) sont des villes ayant une population totale de 100 000 habitants ou plus.

8. Données de sortie

L'OEAQA fournit des estimations des augmentations ou réductions des paramètres de santé dans une région géographique donnée qui est associée à un changement de concentration de polluants. La FCR comporte une incertitude et est saisie dans l'OEAQA comme une fonction de distribution. Le changement de concentration de polluants, les taux de référence des paramètres de santé et le dénombrement de la population sont déterministes, étant basés sur des intrants ou des choix précis pour définir un modèle de scénario dans l'OEAQA. Le dénombrement qui en résulte comporte donc également une incertitude, exprimée comme une distribution. Il existe deux autres types de sorties modélisées pour le scénario : pourcentage du niveau de référence et valeurs monétaires. Les deux utilisent les dénombrements comme un facteur de leur calcul.

L'OEAQA permet la production de jusqu'à 20 000 sorties, suivies par @Risk pendant la simulation; une itération produit une valeur d'échantillon pour chaque sortie suivie. Les valeurs centiles, les moyennes, les écarts types et autres statistiques sont déterminés à partir de la simulation pour chaque ensemble de valeurs échantillon produites. Pour chaque sortie, l'utilisateur peut examiner la distribution des valeurs sur un tableau. Ces outils sont disponibles dans l'OEAQA pour filtrer ou cibler un plus petit sous-ensemble de données de sortie, au besoin. Toutes les données d'entrée définissant le modèle de scénario spécifique, ainsi que les distributions des sorties peuvent également être conservées dans un tableur Excel en vue de recherches et d'analyses effectuées en dehors de l'OEAQA.

9. Définition des estimations de l'OEAQA

La modélisation atmosphérique pour l'O_3 et les $PM_{2.5}$ a été réalisée par des scientifiques d'Environnement Canada afin d'estimer les concentrations moyennes de polluants atmosphériques dans 2 446 subdivisions de recensement unifiées (SRU) (année de recensement 2001) au cours des mois de juin, juillet et août 2002. On a fait la moyenne de ces niveaux de

concentration pour toutes les SRU d'une division de recensement (DR) afin de déterminer un niveau de concentration pour chacune des 288 DR dans l'hypothèse correspondante. On a fondé les estimations de l'OEAQA sur un niveau de référence modélisé et un scénario où la température ambiante montait de 4 °C sans changement des émissions biosynthétiques de précurseurs de polluants atmosphériques (scénario CC4) et un scénario où la température ambiante montait de 4 °C avec des changements des émissions biosynthétiques (scénario CC4b). Ces estimations ont été utilisées comme une indication des effets potentiels sur la santé de ces deux scénarios de changements climatiques (CC4 et CC4b). Les estimations issues de l'OEAQA en ce qui a trait aux différences entre les scénarios CC4 et CC4b ont également été utilisées pour montrer l'effet des émissions biosynthétiques.

On a effectué à l'aide de l'OEAQA des estimations des différences entre un scénario (zéro) sans polluants atmosphériques (anthropiques et biosynthétiques), le niveau de référence et les scénarios CC4 et CC4b. Ces estimations étaient destinées à l'analyse des différentes évaluations par rapport à la mortalité et à la morbidité globale liées aux polluants atmosphériques, et ont été obtenues pour les conditions environnementales indiquées au tableau 4.2.

Tableau 4.2 Les six estimations calculées dans le cadre de ce projet

Estimations de l'OEAQA	État du niveau de référence	Comparé à
1	Niveau de référence	CC4
2	Niveau de référence	CC4b
3	CC4	CC4b
4	Zéro	Niveau de référence
5	Zéro	CC4
6	Zéro	CC4b

Il est à noter que les estimations de l'OEAQA pour le projet actuel visent une période estivale de trois mois, puisque la modélisation de l'atmosphère couvrait seulement les mois de juin, juillet et août 2002. On a ajusté les taux de mortalité ou de morbidité du niveau de référence pour rendre compte des résultats pour la période de trois mois seulement. L'utilisation de 2002 comme année de référence pour les simulations signifie que les données d'entrée météorologiques sont produites pour l'été 2002. Bien qu'aucun été ne puisse à lui seul vraiment représenter un climat moyen, la seule solution de rechange à la réalisation d'années de simulation est de choisir une année de référence aussi représentative que possible de cette moyenne (voir la section 4.4.1 pour plus de renseignements).

10. Résultats de l'OEAQA

Des estimations de l'OEAQA ont été produites à l'échelle nationale et pour chaque province et territoire, ainsi que pour chaque DR ayant une population de plus de 200 000 habitants. Vingt milles itérations dans @Risk ont été réalisées pour chaque analyse. Les résultats sont fournis individuellement pour chacun des deux polluants, et l'effet global est également donné séparément. Les estimations absolues et la valeur monétaire associées à chacun des paramètres de santé sont fournies dans chaque tableau de résultats à l'annexe 4. La liste des paramètres pour chacun des polluants diffère quelque peu, puisque les effets sur la santé de l'O_3 et des $PM_{2.5}$ ne sont pas identiques.

Il importe de se rappeler que les estimations de l'OEAQA portent seulement sur les mois de juin, juillet et août. Ces estimations seraient probablement plus élevées si elles étaient comptabilisées pour une période de 12 mois, mais elles ne seraient pas nécessairement quatre fois plus élevées, puisque ce projet couvre la période où prédominent les épisodes de smog.

Certains pourraient avancer que les effets chroniques sur la santé ne devraient pas faire partie de l'évaluation, puisque seule une période de trois mois a été modélisée. Toutefois, l'analyse est utilisée comme indication de la tendance à long terme du changement potentiel de la pollution atmosphérique telle qu'indiquée par un segment (juin, juillet et août); elle est donc représentative des effets potentiels sur les effets chroniques sur la santé qui seraient observés à long terme.

Certaines valeurs sont tronquées à zéro parce que les concepteurs de l'OEAQA ont conclu que la pollution liée à l'O_3 et aux PM ne pouvait pas entraîner d'effets positifs sur la santé humaine.

Annexe 4 : Résultats détaillés de l'OEAQA, information sur l'évaluation et fonctions concentration-réponse

Tableau 4.3 O_3 : estimations de l'OEAQA des changements entre le niveau de référence et le scénario CC4, données nationales

Paramètres		Changement absolu par rapport à la moyenne de référence (95 % IC*)
Mortalité par exposition aiguë	Nombre Évaluation	-156 (-207, -105) -726 056 312 $ (-1 653 546 752 $, -311 456 512 $)
Jours avec symptômes respiratoires aigus	Nombre Évaluation	-696 586 (-1 607 940, 0) -10 153 797 $ (-37 319 304 $, 0 $)
Jours avec symptômes d'asthme	Nombre Évaluation	-92 291 (-150 091, -34 619) -5 148 005 $ (-12 521 288 $, -1 129 731 $)
Jours d'activité restreinte mineure	Nombre Évaluation	-201 800 (-87 599, 0) -7 921 113 $ (-40 626 480 $, 0 $)
Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-374 (-783, 0) -147 277 $ (-328 433 $, 0 $)
Hospitalisations pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-92 (-172, -11) -421 657 $ (-831 809 $, -49 016 $)
Mortalité par exposition aiguë + Mortalité par exposition chronique	Nombre Évaluation	-156 (-207, -105) -726 056 312 $ (-1 653 546 752 $, -311 456 512 $)
Hospitalisations pour problèmes cardiaques + Hospitalisations pour problèmes respiratoires	Nombre Évaluation	-92 (-172, -11) -421 657 $ (-831 809 $, -49 016 $)
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques + Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques	Nombre Évaluation	-374 (-783, 0) -147 277 $ (-328 443 $, 0 $)
Tous les paramètres	Nombre Évaluation	Sans objet -749 848 162 $ (-1 678 030 080 $, -333 939 776 $)

Nota : une valeur négative représente un effet négatif pour la société et doit donc être considérée comme une augmentation du coût ou des effets sur la santé. Une valeur positive représente un effet positif pour la société et doit donc être considérée comme une réduction du coût ou des effets sur la santé.

* IC, Intervalle de confiance

Tableau 4.4 $PM_{2.5}$: estimations de l'OEAQA des changements entre le niveau de référence et le scénario CC4, données nationales

Paramètres		Changements absolus par rapport à la moyenne de référence (95 % IC)
Jours avec symptômes respiratoires aigus	Nombre Évaluation	1 010 696 (0, 2 602 081) 14 691 284 $ (0 $, 57 391 520 $)
Cas de bronchite chronique chez l'adulte	Nombre Évaluation	559 (0, 1 106) 184 819 544 $ (0 $, 487 192 096 $)
Jours avec symptômes d'asthme	Nombre Évaluation	40 878 (9 827, 71 808) 2 279 833 $ (332 484 $, 5 871 109 $)
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques	Nombre Évaluation	24 (0, 65) 9 646 $ (0 $, 26 454 $)
Hospitalisations pour problèmes cardiaques	Nombre Évaluation	68 (36, 99) 383 991 $ (182 677 $, 625 964 $)
Épisodes de bronchite aiguë chez l'enfant	Nombre Évaluation	4 298 (0, 9 159) 1 470 337 $ (0 $, 4 073 960 $)
Mortalité par exposition chronique	Nombre Évaluation	428 (227, 629) 1 995 154 492 $ (718 112 448 $, 4 843 215 872 $)
Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	176 (100, 253) 69 460 $ (34 899 $, 110 597 $)
Hospitalisations pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	44 (29, 58) 200 064 $ (182 240 $, 296 629 $)
Jours d'activité restreinte	Nombre Évaluation	620 980 (366 139, 874 903) 32 435 121 $ (0 $, 71 797 136 $)
Mortalité par exposition aiguë + Mortalité par exposition chronique	Nombre Évaluation	428 (227, 629) 1 995 154 492 $ (718 112 448 $, 4 843 215 872 $)
Hospitalisations pour problèmes cardiaques + Hospitalisations pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	111 (76, 146) 584 055 $ (365 122 $, 840 583 $)
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques + Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	201 (115, 291) 79 107 $ (40 695 $, 123 901 $)
Tous les paramètres	Nombre Évaluation	Sans objet 2 231 513 773 $ (929 518 016 $, 5 080 671 744 $)

Nota : une valeur négative représente un effet négatif pour la société et doit donc être considérée comme une augmentation du coût ou des effets sur la santé. Une valeur positive représente un effet positif pour la société et doit donc être considérée comme une réduction du coût ou des effets sur la santé.

Tableau 4.5 Les deux polluants : estimations de l'OEAQA des changements entre le niveau de référence et le scénario CC4, données nationales

Paramètres		Changements absolus par rapport à la moyenne de référence (95 % IC)
Mortalité par exposition aiguë	Nombre Évaluation	-156 (-207, -105) -726 056 312 $ (-1 653 546 752 $, -311 456 512 $)
Jours avec symptômes respiratoires aigus	Nombre Évaluation	314 110 (-1 233 611, 2 119 159) 4 537 487 $ (-24 191 136 $, 43 016 324 $)
Cas de bronchite chronique chez l'adulte	Nombre Évaluation	559 (0, 1106) 184 819 544 $ (0 $, 487 192 096 $)
Jours avec symptômes d'asthme	Nombre Évaluation	-51 413 (-116 874, 14 486) -2 868 172 $ (-8 925 413 $, 702 022 $)

suite à la page suivante

suite de la page précédente

Paramètres		Changements absolus par rapport à la moyenne de référence (95 % IC)
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques	Nombre Évaluation	24 (0, 74) 9 646 $ (0 $, 30 420 $)
Hospitalisations pour problèmes	Nombre Évaluation	68 (36, 99) 383 991 $ (182 677 $, 625 964 $)
Épisodes de bronchite aiguë chez l'enfant	Nombre Évaluation	4 298 (0, 9 159) 1 470 337 $ (0 $, 4 073 960 $)
Mortalité par exposition chronique	Nombre Évaluation	428 (227, 629) 1 995 154 492 $ (718 112 448 $, 4 843 215 872 $)
Jours d'activité restreinte mineure	Nombre Évaluation	-201 800 (-873 599, 0) -7 921 113 $ (-40 626 480 $, 0 $)
Consultations aux urgences pour maladies	Nombre Évaluation	-198 (-616, 184) -77 817 $ (-252 547 $, 73 374 $)
Hospitalisations pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-48 (-130, 33) -221 593 $ (-617 189 $, 153 411 $)
Jours d'activité restreinte	Nombre Évaluation	620 980 (336 139, 874 903) 32 435 121 $ (0 $, 71 797 136 $)
Mortalité par exposition aiguë + Mortalité par exposition chronique	Nombre Évaluation	272 (64, 481) 1 269 098 181 $ (-402 231 328 $, 4 193 872 384 $)
Hospitalisations pour problèmes cardiaques + Hospitalisations pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	19 (-69, 105) 162 398 $ (-289 217 $, 594 437 $)
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques + Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-173 (-591, 210) -68 171 $ (-243 020 $, 85 423 $)
Tous les paramètres	Nombre Évaluation	Sans objet 1 481 665 612 $ (-198 432 752 $, 4 416 672 768 $)

Nota : une valeur négative représente un effet négatif pour la société et doit donc être considérée comme une augmentation du coût ou des effets sur la santé. Une valeur positive représente un effet positif pour la société et doit donc être considérée comme une réduction du coût ou des effets sur la santé.

Tableau 4.6 O_3 : estimations de l'OEAQA des changements entre le niveau de référence et le scénario CC4b, données nationales

Paramètres		Changements absolus par rapport à la moyenne de référence (95 % IC)
Mortalité par exposition aiguë	Nombre Évaluation	-658 (-876, -442) -3 065 838 265 $ (-6 989 489 664 $, -1 324 193 408 $)
Jours avec symptômes respiratoires aigus	Nombre Évaluation	-2 940 278 (-6 820 468, 0) -42 578 915 $ (-155 551 872 $, 0 $)
Jours avec symptômes d'asthme	Nombre Évaluation	-394,438 (-644 376, -147 054) -22 064 012 $ (-54 112 592 $, -4 533 992 $)
Jours d'activité restreinte mineure	Nombre Évaluation	-871 327 (-3 816 480, 0) -34 602 731 $ (-179 627 168 $, 0 $)
Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-1 558 (-3 282, 0) -613 496 $ (-1 381 587 $, 0 $)
Hospitalisations pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-382 (-719, -46) -1 756 359 $ (-3 479 363 $, -206 747 $)
Mortalité par exposition aiguë + Mortalité par exposition chronique	Nombre Évaluation	-658 (-876, -442) -3 065 838 265 $ (-6 989 489 664 $, -1 324 193 408 $)

suite à la page suivante

suite de la page précédente

Paramètres		Changements absolus par rapport à la moyenne de référence (95 % IC)
Hospitalisations pour problèmes cardiaques + Hospitalisations pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-382 (-719, -46) -1 756 359 $ (-3 479 363 $, -206 747 $)
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques + Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-1 558 (-3 282, 0) -613 496 $ (-1 381 587 $, -0 $)
Tous les paramètres	Nombre Évaluation	Sans objet -3 167 453 777 $ (-7 102 102 016 $, -1 420 562 304 $)

Nota : une valeur négative représente un effet négatif pour la société et doit donc être considérée comme une augmentation du coût ou des effets sur la santé. Une valeur positive représente un effet positif pour la société et doit donc être considérée comme une réduction du coût ou des effets sur la santé.

Tableau 4.7 $PM_{2.5}$: estimations de l'OEAQA des changements entre le niveau de référence et le scénario CC4b, données nationales

Paramètres		Changements absolus par rapport à la moyenne de référence (95 % IC)
Jours avec symptômes respiratoires aigus	Nombre Évaluation	810 934 (-1, 208 7633) 11 786 653 $ (0 $, 46 570 748 $)
Cas de bronchite chronique chez l'adulte	Nombre Évaluation	450 (0, 892) 149 476 645 $ (0 $, 396 918 784 $)
Jours avec symptômes d'asthme	Nombre Évaluation	32 817 (7 890, 57 660) 1 835 379 $ (274 370 $, 4 700 622 $)
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques	Nombre Évaluation	162 (92, 233) 63 595 $ (32 510 $, 99 810 $)
Hospitalisations pour problèmes cardiaques	Nombre Évaluation	54 (29, 80) 309 809 $ (145 737 $, 504 069 $)
Épisodes de bronchite aiguë chez l'enfant	Nombre Évaluation	3 479 (0, 7 450) 1 186 541 $ (0 $, 3 302 251 $)
Mortalité par exposition chronique	Nombre Évaluation	346 (183, 509) 1 610 567 933 $ (589 880 640 $, 3 874 233 856 $)
Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	142 (80, 204) 55 795 $ (27 981 $, 88 450 $)
Hospitalisations pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	35 (23, 47) 160 722 $ (95 211 $, 237 069 $)
Jours d'activité restreinte	Nombre Évaluation	498 629 (293 856, 702 787) 26 020 581 $ (0 $, 57 630 600 $)
Mortalité par exposition aiguë + Mortalité par exposition chronique	Nombre Évaluation	346 (183, 509) 1 610 567 933 $ (589 880 640 $, 3 874 233 856 $)
Hospitalisations pour problèmes cardiaques + Hospitalisations pour maladies	Nombre Évaluation	89 (61, 118) 470 531 $ (289 620 $, 675 508 $)
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques + Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	162 (92, 233) 63 595 $ (32 510 $, 99 810 $)
Tous les paramètres	Nombre Évaluation	Sans objet 1 801 407 857 $ (751 893 632 $, 4 075 342 080 $)

Nota : une valeur négative représente un effet négatif pour la société et doit donc être considérée comme une augmentation du coût ou des effets sur la santé. Une valeur positive représente un effet positif pour la société et doit donc être considérée comme une réduction du coût ou des effets sur la santé.

Tableau 4.8 Les deux polluants : estimations de l'OEAQA des changements entre le niveau de référence et le scénario CC4b, données nationales

Paramètres		Changements absolus par rapport à la moyenne de référence (95 % IC)
Mortalité par exposition aiguë	Nombre Évaluation	-658 (-876, -442) -3 065 838 265 $ (-6 989 489 664 $, -1 324 193 408 $)
Jours avec symptômes respiratoires aigus	Nombre Évaluation	-2 129 344 (-6 178 484, 1 332 933) -30 792 263 $ (-136 676 912 $, 21 992 590 $)
Cas de bronchite chronique chez l'adulte	Nombre Évaluation	450 (0, 892) 149 476 645 $ (0 $, 396 918 784 $)
Jours avec symptômes d'asthme	Nombre Évaluation	-361 620 (-612 340, -112 404) -20 228 634 $ (-50 705 608 $, -3 634 177 $)
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques	Nombre Évaluation	20 (0, 60) 7 800 $ (0 $, 24 460 $)
Hospitalisations pour problèmes cardiaques	Nombre Évaluation	54 (29, 80) 309 809 $ (145 737 $, 504 853 $)
Épisodes de bronchite aiguë chez l'enfant	Nombre Évaluation	3 479 (0, 7 450) 1 186 541 $ (0 $, 3 320 251 $)
Mortalité par exposition chronique	Nombre Évaluation	346 (183, 509) 1 610 567 933 $ (589 880 640 $, 3 874 233 856 $)
Jours d'activité restreinte mineure	Nombre Évaluation	-871 327 (-3 816 480, 0) -34 602 731 $ (-179 627 168 $, 0 $)
Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-1 416 (-3 146 134) -557 701 $ (-1 315 710 $, 52 460 $)
Hospitalisations pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-347 (-684, -11) -1 595 637 $ (-3 295 326 $, -46 996 $)
Jours d'activité restreinte	Nombre Évaluation	498 629 (293 856, 702 787) 26 020 581 $ (0 $, 57 630 600 $)
Mortalité par exposition aiguë + Mortalité par exposition chronique	Nombre Évaluation	-312 (-584, -44) -1 455 270 331 $ (-5 706 124 288 $, 1 622 349 824 $)
Hospitalisations pour problèmes cardiaques + Hospitalisations pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-293 (-630, 43) -1 285 828 $ (-2 997 135 $, 273 121 $)
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques + Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Nombre Évaluation	-1 397 (-3 124, 153) -549 901 $ (-1 309 949 $, 59 708 $)
Tous les paramètres	Nombre Évaluation	Sans objet -1 366 045 919 $ (-5 622 451 200 $, 1 765 228 032 $)

Nota : une valeur négative représente un effet négatif pour la société et doit donc être considérée comme une augmentation du coût ou des effets sur la santé. Une valeur positive représente un effet positif pour la société et doit donc être considérée comme une réduction du coût ou des effets sur la santé.

Tableau 4.9 O_3 : estimations de l'OEAQA des changements entre un scénario sans polluants atmosphériques, le niveau de référence et les scénarios CC4 et CC4b

	Niveau de référence*	CC4*	CC4b*	Référence par rapport au CC4 (% changement)	Référence par rapport au CC4b (% changement)
Mortalité par exposition aiguë	-3 449	-3 616	-4 158	4,84	20,56
Jours avec symptômes respiratoires aigus	-14 381 861	-15 019 056	-17 186 586	4,43	19,50
Jours avec symptômes d'asthme	-2 041 466	-2 143 840	-2 481 305	5,01	21,55
Jours d'activité restreinte mineure	-4 720 256	-4 971 734	-5 818 014	5,33	23,26
Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	-8 046	-8 441	-9 691	4,91	20,44
Mortalité par exposition aiguë + Mortalité par exposition chronique	-3 449	-3 616	-4 158	4,84	20,56
Hospitalisations pour problèmes cardiaques + Hospitalisations pour maladies respiratoires	-1 973	-2 070	-2 376	4,92	20,43
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques + Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	-8 046	-8 441	-9 691	4,91	20,44

* Pour des raisons de simplicité, seules les valeurs moyennes sont présentées.

Tableau 4.10 $PM_{2.5}$: estimations de l'OEAQA des changements entre un scénario sans polluants atmosphériques, le niveau de référence et les scénarios CC4 et CC4b

	Niveau de référence*	CC4*	CC4b*	Référence par rapport au CC4 (% changement)	Référence au CC4b (% changement)
Jours avec symptômes respiratoires aigus	-6 320 702	-5 343 659	-5 533 850	-15,46	-12,45
Cas de bronchite chronique chez l'adulte	-4 002	-3 321	-3 456	-17,02	-13,64
Jours avec symptômes d'asthme	-263 555	-221 890	-230 118	-15,81	-12,69
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques	-160	-135	-141	-15,63	-11,88
Hospitalisations pour problèmes cardiaques	-441	-373	-386	-15,42	-12.47
Épisodes de bronchite aiguë chez l'enfant	-35 429	-28 669	-30 000	-19,08	-15,32
Mortalité par exposition chronique	-2 916	-2 451	-2 541	-15,95	-12,86
Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	-1 146	-970	-1 005	-15,36	-12,30
Jours d'activité restreinte	-4 102 799	-3 444 088	-3 574 568	-16,06	-12,87
Mortalité par exposition aiguë + Mortalité par exposition chronique	-2 916	-2 451	-2 541	-15,95	-12,86
Hospitalisations pour problèmes cardiaques + Hospitalisations pour maladies respiratoires	-724	-613	-634	-15,33	-12,43
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques + Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	-1 306	-1 105	-1 145	-15,39	-12,33

* Pour des raisons de simplicité, seules les valeurs moyennes sont présentées.

Tableau 4.11 Les deux polluants : estimations de l'OEAQA des changements entre un scénario sans polluants atmosphériques, le niveau de référence, les scénarios CC4 et CC4b

	Niveau de référence*	CC4*	CC4b*	Référence par rapport au CC4 (% changement)	Référence par rapport au CC4b (% changement)
Mortalité par exposition aiguë	-3 449	-3 616	-4 158	4,84	20,56
Jours avec symptômes respiratoires aigus	-20 702 562	-20 362 715	-22 720 437	-1,64	9,75
Cas de bronchite chronique chez l'adulte	-4 002	-3 321	-3 456	-17,02	-13,64
Jours avec symptômes d'asthme	-2 305 021	-2 365 730	-2 711 422	2,63	17,63
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques	-160	-135	-141	-15,63	-11,88
Hospitalisations pour problèmes cardiaques	-441	-373	-386	-15,42	-12,47
Épisodes de bronchite aiguë chez l'enfant	-35 429	-28 669	-30 000	-19,08	-15,32
Mortalité par exposition chronique	-2 916	-2 451	-2 541	-15,95	-12,86
Jours d'activité restreinte mineure	-4 720 256	-4 971 734	-5 818 014	5,33	23,26
Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	-9 192	-9 410	-10 696	2,37	16,36
Jours d'activité restreinte	-4 102 799	-3 444 088	-3 574 568	-16,06	-12,87
Mortalité par exposition aiguë + Mortalité par exposition chronique	-6 366	-6 068	-6 699	-4,68	5,23
Hospitalisations pour problèmes cardiaques + Hospitalisations pour maladies respiratoires	-2 697	-2 682	-3 010	-0,56	11,61
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques + Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	-9 353	-9 546	-10 836	2,06	15,86

* Pour des raisons de simplicité, seules les valeurs moyennes sont présentées.

Tableau 4.12 Information sur les valeurs monétaire de l'OEAQA

Paramètres	Sources	Forme	Paramètre 1	Paramètre 2	Paramètre 3
Mortalité par exposition aiguë	Jones-Lee et coll., 1985; Cropper et Freeman 1991; Rowe et coll., 1995;	Discrète	Évaluation basse = 2 637 960 $ (probabilité = 33 %)	Évaluation centrale = 4 506 516 $ (probabilité = 50 %)	Évaluation haute = 9 013 031 $ (probabilité = 17 %)
Jours avec symptômes respiratoires aigus	Stieb et coll., 2002	Normale	Évaluation moyenne = 14,06 $	ÉT de l'évaluation = 10,82 $	
Cas de bronchite chronique chez l'adulte	Viscusi et coll., 1991; Krupnick et Cropper, 1992	Discrète	Évaluation basse = 192 351 $ (probabilité = 33 %)	Évaluation centrale = 292 374 $ (probabilité = 34 %)	Évaluation haute = 511 105 $ (probabilité = 33 %)
Jours avec symptômes d'asthme	Stieb et coll., 2002	Triangulaire	Évaluation minimale = 7,57 $	Évaluation la plus probable = 30,29 $	Évaluation maximale = 129,81 $
Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques	Stieb et coll., 2002	Normale	Évaluation moyenne = 393,85 $	ÉT de l'évaluation = 65,64 $	

suite à la page suivante

suite de la page précédente

Paramètres	Sources	Forme	Paramètre 1	Paramètre 2	Paramètre 3
Hospitalisations pour problèmes cardiaques	Stieb et coll., 2002	Normale	Moyenne de l'évaluation = 5 689 $	ÉT de l'évaluation = 984,64 $	
Épisodes de bronchite aiguë chez l'enfant	Krupnick et Cropper, 1989	Discrète	Évaluation basse = 166,43 $ (probabilité = 33 %)	Évaluation centrale = 343,96 $ (probabilité = 34 %)	Évaluation haute = 510,39 $ (probabilité = 33 %)
Mortalité par exposition chronique	Jones-Lee et coll., 1985; Cropper et Freeman, 1991; Rowe et coll., 1995	Discrète	Évaluation basse = 2 637 960 $ (probabilité = 33 %)	Évaluation centrale = 4 506 516 $ (probabilité = 50 %)	Évaluation haute = 9 013 031 $ (probabilité = 17 %)
Jours d'activité restreinte mineure	Stieb et coll., 2002	Discrète	Évaluation basse = 21,64 $ (probabilité = 33 %)	Évaluation centrale = 35,70 $ (probabilité = 34 %)	Évaluation haute = 61,66 $ (probabilité = 33 %)
Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Stieb et coll., 2002	Normale	Évaluation moyenne = 393,85 $	ÉT de l'évaluation = 65,64 $	
Hospitalisations pour maladies respiratoires	Stieb et coll., 2002	Normale	Évaluation moyenne = 4 595 $	ÉT de l'évaluation = 656,42 $	
Jours d'activité restreinte	Stieb et coll., 2002	Normale	Évaluation moyenne = 51,93 $	ÉT de l'évaluation = 27,04 $	

Nota : ÉT, écart-type.

Tableau 4.13 Fonction concentration-réponse de l'OEAQA

Source de FCR	Polluants	Période moyenne	Paramètres de santé	Population spécifiée	Type de régression	Taux de référence (événement par quart de million de la population spécifiée)	Dépassement pour une augmentation de la concentration d'une unité	
							Moyenne	Écart type
Sous-analyse interne de la DEAS basée sur les données et méthodes de R. Burnett's 1981 – 2000	O_3	1 heure	Mortalité par exposition aiguë	Population totale	Poisson	SR spécifique	0,127 %	0,0212 %
Krupnick, 1990	O_3	1 heure	Jours avec symptômes respiratoires aigus	94 % (non asthmatiques) de la population totale	Linéaire	16 000 000	0,0786 %	0,0386 %
Stock et coll., 1988; Whittemore et Korn, 1980	O_3	1 heure	Jours avec symptômes d'asthme	6 % (asthmatiques) de la population totale	Logistique	12 000 000	0,173 %	0,0552 %
Ostro et Rothschild, 1989	O_3	1 heure	Jours d'activité restreinte mineure	94 % (non asthmatiques) de la population totale	Poisson	2 000 000	0,0530 %	0,291 %

suite à la page suivante

suite de la page précédente

Source de FCR	Polluants	Période moyenne	Paramètres de santé	Population spécifiée	Type de régression	Taux de référence (événement par quart de million de la population spécifiée)	Dépassement pour une augmentation de la concentration d'une unité	
							Moyenne	Écart type
Burnett et coll., 1997; Stieb et coll., 2000	O_3	1 heure	Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Population totale	Poisson	SR spécifique	0,0791 %	0,0355 %
Burnett et coll., 1997	O_3	1 heure	Hospitalisations pour maladies respiratoires	Population totale	Poisson	SR spécifique	0,0791 %	0,0355 %
Krupnick, 1990	$PM_{2.5}$	24 heures	Jours avec symptômes respiratoires aigus	94 % (non asthmatiques) de la population totale	Linéaire	16 000 000	0,266 %	0,139 %
Abbey et coll., 1995	$PM_{2.5}$	24 heures	Cas de bronchite chronique chez l'adulte	Population de 25 ans et plus	Logistique	1 600	1,33 %	0,689 %
Whittemore et Korn, 1980	$PM_{2.5}$	24 heures	Jours avec symptômes d'asthme	6 % (asthmatiques) de la population totale	Logistique	12 000 000	0,144 %	0,0559 %
Burnett et coll., 1995; Stieb et coll., 2000	$PM_{2.5}$	24 heures	Consultations aux urgences pour problèmes cardiaques	Population totale	Linéaire	SR spécifique	0,0711 %	0,0170 %
Burnett et coll., 1995	$PM_{2.5}$	24 heures	Hospitalisations pour problèmes cardiaques	Population totale	Linéaire	SR spécifique	0.0711 %	0,0170 %
Dockery et coll., 1996	$PM_{2.5}$	24 heures	Épisodes de bronchite aiguë chez l'enfant	Population de moins de 20 ans	Logistique	16 000	2,76 %	1,73 %
Krewski et coll., 2000	$PM_{2.5}$	24 heures	Mortalité par exposition chronique	Population totale	Poisson	SR spécifique	0,678 %	0,164 %
Burnett et coll., 1995	$PM_{2.5}$	24 heures	Consultations aux urgences pour maladies respiratoires	Population totale	Linéaire	SR spécifique	0,0754 %	0,0132 %
Burnett et coll., 1995	$PM_{2.5}$	24 heures	Hospitalisations pour maladies respiratoires	Population totale	Linéaire	SR spécifique	0,0754 %	0,0132 %
Ostro, 1987	$PM_{2.5}$	24 heures	Jours d'activité restreinte	94 % (non asthmatiques) de la population de 20 ans et plus	Poisson	4 700 000	0,482 %	0,101 %

Nota : DR, division de recensement

4.9 RÉFÉRENCES

Abbey, D.E., M.D. Lebowitz, P.K. Mills, F.F. Petersen, W.L. Beeson et coll. Long term ambient concentrations of particulates and oxidants and development of chronic disease in a cohort of non-smoking California residents [Concentrations ambiantes à long terme de particules et d'oxydants et développement de maladies chroniques chez une cohore de Californiens non fumeurs], *Inhalation Toxicology,* vol. 7, p. 19-34, 1995.

Aga, E., E. Samoli, G. Touloumi, H.R. Anderson, E. Cadum et coll. Short-term effects of ambient particles on mortality in the elderly: Results from 28 cities in the APHEA2 project [Effets à court terme des particules ambiantes sur la mortalité des personnes âgées : résultats pour 28 villes du projet APHEA2], *European Respiratory Journal,* vol. 21, suppl. 40, p. 28S-33S, 2003.

Anderson, H.R., A.P. Deleon, J.M. Bland, J.S. Bower et D.P. Strachan. Air pollution and daily mortality in London, 1987 – 92 [Pollution atmosphérique et mortalité quotidienne à Londres, 1987 – 1992], *British Medical Journal,* vol. 312, nº 7032, p. 665-669, 1996.

Anderson, H.R., G. Bentham, R.G. Derwent, M. Gawith, A. Haines et coll. *Health effects of climate change in the UK* [Effets du changement climatique sur la santé au R.-U.], rapport présenté au ministère de la Santé du Royaume-Uni, Londres, Expert Group on Climate Change and Health in the UK, 2001.

Aw, J. et M.J. Kleeman. Evaluating the first-order effect of intraannual temperature variability on urban air pollution [Évaluation de l'effet de premier ordre de la variabilité intra-annuelle de la température sur la pollution atmosphérique urbaine], *Journal of Geophysical Research,* vol. 108, nº D12, 4365, 2003.

Ballester, F., D. Corella, S. Perez-Hoyos, M. Saez et A. Hervas. Mortality as a function of temperature: A study in Valencia [La mortalité en tant que fonction de la température : une étude en Valence], *International Journal of Epidemiology,* vol. 26, nº 3, p. 551-561, 1997.

Barnett, A.G., G.M. Williams, J. Schwartz, A.H. Neller, T.T. Best et coll. Air pollution and child respiratory health—A case-crossover study in Australia and New Zealand [Pollution atmosphérique et santé respiratoire des enfants – étude de cas comparative menée en Australie et en Nouvelle-Zélande], *American Journal of Respiratory and Critical Care Medicine,* vol. 171, p. 1272-1278, 2005.

Barrow, M.W. et K.A. Clark. Heat-related illness [Maladies liées à la chaleur], *American Family Physician,* vol. 58, nº 3, p. 749-756, 1998.

Becker, S., L.A. Dailey, J.M. Soukup, S.C. Grambow, R.B. Devlin et coll. Seasonal variations in air pollution particle-induced mediator release and oxidative stress [Variations saisonnières du rejet de médiateurs causé par les particules de polluants atmosphériques et stress oxydatif], *Environmental Health Perspectives,* vol. 113, nº 8, p. 1032-1038, 2005.

Bernard, S., J.M. Samet, A. Grambsch, K.L. Ebi et I. Romieu. The potential impacts of climate variability and change on air pollution-related health effects in the United States [Impacts potentiels de la variabilité et du changement du climat sur les effets de la pollution atmosphérique sur la santé aux États-Unis], *Environmental Health Perspectives,* vol. 109, nº 2, p. 199-209, 2001.

Biggeri, A., M. Baccini, P. Bellini et B. Terracini. Meta-analysis of the Italian studies of short-term effects of air pollution (MISA), 1990 – 1999 [Méta-analyse des études italiennes des effets à court terme de la pollution atmosphérique (MISA), 1990 – 1999], *International Journal of Occupational and Environmental Health,* vol. 11, nº 1, p. 107-122, 2005.

Bouchama, A. et J.P. Knochel. Heat stroke [Coup de chaleur], *New England Journal of Medicine,* vol. 346, nº 25, p. 1978-1988, 2002.

Bouchet, V.S., M.D. Moran, L.-P. Crevier, A.P. Dastoor, S. Gong et coll. *Wintertime and summertime evaluation of the regional PM air quality model AURAMS* [Évaluation pour l'hiver et l'été du modèle AURAMS régional de la qualité de l'air et des particules], article présenté à la 26e réunion technique internationale NATO/CCMS sur la modélisation de la pollution atmosphérique et son application, 26 – 30 mai 2003, Istanbul, Turquie, 2003.

Brooks-Asplund, E.M., J.G. Cannon et W.L. Kenney. Influence of hormone replacement therapy and aspirin on temperature regulation in postmenopausal women [Influence du traitement hormonal substitutif et de l'aspirine sur la régulation thermique chez les femmes ménopausées], *American Journal of Physiology – Regulatory, Integrative and Comparative Physiology,* vol. 279, no 3, p. R839-R848, 2000.

Burnett, R.T., J. Brook, T. Dann, C. Delocla, O. Philips et coll. Association between particulate and gas-phase components of urban air pollution and daily mortality in eight Canadian cities [Association entre les composants en phases particulaire et gazeuse de la pollution atmosphérique urbaine et la mortalité quotidienne dans huit villes du Canada], *Inhalation Toxicology,* vol. 12, suppl. 1, p. 15-39, 2000.

Burnett, R.T., J.R. Brook, W.T. Yung, R.E. Dales et D. Krewski. Association between ozone and hospitalization for respiratory diseases in 16 Canadian cities [Association entre l'ozone et les hospitalisations pour maladies respiratoires dans 16 villes du Canada], *Environmental Research,* vol. 72, p. 24-31, 1997.

Burnett, R.T., S. Çakmak et J.R. Brook. The effect of the urban ambient air pollution mix on daily mortality rates in 11 Canadian cities [L'effet du mélange de polluants de l'air ambiant urbain sur le taux de mortalité quotidien dans 11 villes du Canada], *Revue canadienne de santé publique,* vol. 89, no 3, p. 152-156, 1998.

Burnett, R.T., R. Dales, D. Krewski, R. Vincent, T. Dann et coll. Associations between ambient particulate sulphate and admissions to Ontario hospitals for cardiac and respiratory diseases [Associations entre les particules de sulfates dans l'air ambiant et les hospitalisations pour maladies cardiaques et respiratoires en Ontario], *American Journal of Epidemiology,* vol. 142, no 1, p. 15-22, 1995.

Burnett, R.T. et M.S. Goldberg. Size-fractionated particulate mass and daily mortality in eight Canadian cities [Masse des particules par fraction granulométrique et mortalité quotidienne dans huit villes du Canada], dans *Revised analyses of time-series studies of air pollution and health,* rapport spécial, Boston, Health Effects Institute, p. 85-89, 2003.

Burnett, R.T., M. Smith-Doiron, D. Stieb, S. Çakmak et J.R. Brook. Effects of particulate and gaseous air pollution on cardiorespiratory hospitalizations [Effets des polluants atmosphériques particulaires et gazeux sur les hospitalisations pour problèmes cardiorespiratoires], *Archives of Environmental Health,* vol. 54, no 2, p. 130-139, 1999.

California Environmental Protection Agency. *Review of the California Ambient Air Quality Standards (CAAQS) for Ozone* [Revue des normes californiennes de qualité de l'air ambiant pour l'ozone], vol. I de IV, Sacramento, CA, 2005.

Carcaillon, L., S. Larrieu, L. Hébréard, C. Helmer et L. Filleul (dir.). *Étude des facteurs individuels et des comportements ayant pu influencer la santé des personnes âgées pendant la vague de chaleur de 2003,* rapport à l'Institut de veille sanitaire (InVS), 2006. Consulté le 6 octobre 2006, à l'adresse http://www.invs.sante.fr/publications/2006/personnes_agees_canicule_2003/index.html

Chang, C.C., S.S. Tsai, S.C. Ho et C.Y. Yang. Air pollution and hospital admissions for cardiovascular disease in Taipei, Taiwan [Pollution atmosphérique et hospitalisations pour problèmes cardiovasculaires à Taïpei (Taïwan)], *Environmental Research,* vol. 98, no 1, p. 114-119, 2005.

Cheng, C.S., M. Campbell, Q. Li, G. Li, H. Auld et coll. *Differential and combined impacts of winter and summer weather and air pollution due to global warming on human mortality in south-central Canada* [Impacts différentiels et combinés des conditions atmosphériques d'hiver et d'été et de la pollution atmosphérique due au réchauffement planétaire sur la mortalité humaine dans le Centre-Sud du Canada], Rapport technique, Programme de recherche sur les politiques en matière de santé, 2005.

Choi, K.S., S. Inoue et R. Shinozaki. Air pollution, temperature, and regional differences in lung cancer mortality in Japan [Pollution atmosphérique, température et différences régionales de la mortalité par cancer du poumon au Japon], *Archives of Environmental Health,* vol. 52, nº 3, p. 160-168, 1997.

Collins, W.J., R.G. Derwent, B. Garnier, C.E. Johnson et M.G. Sanderson. Effect of stratosphere-troposphere exchange on the future tropospheric ozone trend [Effet de l'échange stratosphère-troposphère sur les tendances futures de l'ozone troposphérique], *Journal of Geophysical Research,* vol. 108, nº D12, p. 8528, 2003.

Confalonieri, U., B. Menne, R. Akhtar, K.L. Ebi, M. Hauengue et coll. Human health [Santé humaine], dans M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden et C.E. Hanson (dir.), *Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report*, Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 391-431, 2007.

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). *Standards pancanadiens relatifs aux particules (PM) et à l'ozone,* Québec, 2000.

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). *Particule et ozone au niveau du sol, 2006.* Consulté le 14 septembre 2006, à l'adresse http://www.ccme.ca/ourwork/air.fr.html?category_id=99

Côté, J., J.-G. Desmarais, S. Gravel, A. Méthot, A. Patoine et coll. The operational CMC/MRB Global Environmental Multiscale (GEM) model. Part I: Design considerations and formulation [Le modèle global environnemental multi-échelles (GEM) opérationnel CMC-DRM, Partie I : considérations et formulation du concept], *Monthly Weather Review,* vol. 126, p. 1373-1395, 1998a.

Côté, J., J.-G. Desmarais, S. Gravel, A. Méthot, A. Patoine et coll. The operational CMC/MRB Global Environmental Multiscale (GEM) model. Part II: Results [Le modèle global environnemental multi-échelles (GEM) opérationnel CMC-DRM. Partie I : Résultats], *Monthly Weather Review,* vol. 126, p. 1397-1418, 1998b.

Crighton, E.C., M.M. Mamdani et R.E.G. Upshur. A population-based time series analysis of asthma hospitalizations in Ontario, Canada: 1988 to 2000 [Analyse d'une série chronologique basée sur la population des hospitalisations pour asthme en Ontario, au Canada – 1988 à 2000], *BMC Health Services Research,* vol. 1, p. 7-15, 2001.

Cropper, M.L. et A.M. Freeman III. Environmental health effects [Effets de l'environnement sur la santé], dans J.B. Braden et C.D. Kolstad (dir.), *Measuring the demand for environmental quality,* New York, North-Holland, 1991.

Curriero, F.C., K.S. Heiner, J.M. Samet, S.L. Zeger, L. Strug et coll. Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States [Température et mortalité dans 11 villes de l'Est des États-Unis], *American Journal of Epidemiology,* vol. 155, p. 80-87, 2002.

Curriero, F.C., Samet, J.M., et Zeger, S.J. Re: "On the use of generalized additive models in time-series studies of air pollution and health" and "Temperature and mortality in 11 cities of the Eastern United States" [Objet : « Concernant l'utilisation de modèles additifs généralisés dans les études de séries chronologiques de la pollution atmosphérique et de la santé » et «Température et mortalité dans 11 villes de l'Est des Etats-Unis »], *American Journal of Epidemiology,* vol. 158, nº 1, 93-94, 2003.

Delfino, R., C. Sioutas et S. Malik. Potential role of ultrafine particles in associations between airborne particle mass and cardiovascular health [Rôle potentiel des particules ultrafines dans les associations entre la masse des particules en suspension dans l'air et la santé cardiovasculaire], *Environmental Health Perspectives,* vol. 113, nº 8, p. 934-946, 2005.

Dematte, J.E., K. O'Mara, J. Buescher, C.G. Whitney, S. Forsythe et coll. Near-fatal heat stroke during the 1995 heat wave in Chicago [Coup de chaleur quasi mortel pendant la vague de chaleur de 1955 à Chicago], *Annals of Internal Medicine,* vol. 129, nº 3, p. 173-181, 1998.

Diaz, J., R. Garcia, C.F. de Velazquez, E. Hernandez, C. Lopez et coll. Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997 [Effets des jours de canicule sur les personnes de plus de 65 ans à Séville (Espagne) de 1986 à 1997], *International Journal of Biometeorology,* vol. 46, nº 3, p. 145-149, 2002.

Diaz, J., C. Linares, R. Garcia-Herrera, C. Lopez et R. Trigo. Impact of temperatures and air pollution on the mortality of children in Madrid [Impact de la température et de la pollution sur la mortalité des enfants à Madrid], *Journal of Occupational Environmental Medicine,* vol. 46, p. 768-774, 2004.

Dinarello, C.A. et J. Gelfand. Modifications de la température corporelle. Fièvre et hyperthermie, dans E. Braunwald, E. Hauser, A.S. Fauci, D.L. Longo, D.L. Kasper et coll. (dir.), *Harrison – Principes de médecine interne,* 15e édition, Paris, Médecine-sciences Flammarion, p. 90-94, 2001.

Dockery, D.W., J. Cunningham, A.I. Damokosh, L.M. Neas, J.D. Spengler et coll. Health effects of acid aerosols on North American children: Respiratory symptoms [Effets des aérosols acides sur la santé des enfants en Amérique du Nord : symptômes respiratoires], *Environmental Health Perspectives,* vol. 104, nº 5, p. 500-505, 1996.

Dockery, D.W., H. Luttmann-Gibson, D.Q. Rich, M.S. Link, M.A. Mittleman et coll. Association of air pollution with increased incidence of ventricular tachyarrhythmias recorded by implanted cardioverter defibrillators [Association de la pollution atmosphérique avec l'augmentation d'incidence des tachyarythmies ventriculaires enregistrées par défibrillateur à synchronisation automatique implanté], *Environmental Health Perspectives,* vol. 113, nº 6, p. 670-674, 2005.

Dominici, F., A. McDermott, S.L. Zeger et J.M. Samet. On the use of generalized additive models in time-series studies of air pollution and health [Concernant l'utilisation de modèles additifs généralisés dans les études de séries chronologiques de la pollution atmosphérique et de la santé], *American Journal of Epidemiology,* vol. 156, nº 3, p. 193-203, 2002.

Ebelt, S.T., W.E. Wilson et M. Brauer. Exposure to ambient and nonambient components of particulate matter: A comparison of health effects [Exposition aux composants ambiants et non ambiants des particules : comparaison des effets sur la santé], *Epidemiology,* vol. 16, nº 3, p. 396-405, 2005.

Environnement Canada. *Contribution des précurseurs aux particules fines présentes dans l'air ambiant au Canada. Résumé,* Ottawa, Service météorologique du Canada, 2001.

Environnement Canada. *Bulletin des tendances et des variations climatiques,* 2002a. Consulté le 6 octobre 2006, à l'adresse http://www.msc-smc.ec.gc.ca/ccrm/bulletin/

Environnement Canada. *Service météorologique du Canada (SMC),* 2002b. Consulté le 6 octobre 2006, à l'adresse http://www.msc-smc.ec.gc.ca/contents_f.html

Environnement Canada. *Sciences atmosphériques et particules : mise à jour en appui aux standards pancanadiens relatifs aux particules et à l'ozone,* Ottawa, 2003a.

Environnement Canada. *Les indicateurs environnementaux, La série nationale d'indicateurs environnementaux du Canada,* 2003b. Consulté le 6 octobre 2006, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/soer-ree/Francais/Indicator_series/default.cfm

Environnement Canada. *Évaluation Canada – États-Unis portant sur le transport frontalier des particules,* rapport du Comité Canada – États-Unis de la qualité de l'air, sous-comité II de la collaboration scientifique, Ottawa, Ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux, 2004.

Environnement Canada. Rapport d'étape 2006 concernant l'Accord Canada – États-Unis sur la qualité de l'air, *Branché sur l'air pur,* 2006. Consulté le 24 janvier 2008, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/cleanair-airpur/caol/canus/report/2006canus/toc_f.cfm

Finkelstein, M.M., M. Jerrett et M.R. Sears. Traffic air pollution and mortality rate advancement periods [Pollution atmosphérique due à la circulation automobile et périodes d'accroissement du taux de mortalité], *American Journal of Epidemiology,* vol. 160, nº 2, p. 173-177, 2004.

Finkelstein, M.M., M. Jerrett et M.R. Sears. (2005). Environmental inequality and circulatory disease mortality gradients [Inégalités environnementales et gradients de la mortalité par maladie du système circulatoire], *Journal of Epidemiology and Community Health,* vol. 59, nº 6, p. 481-487, 2005.

Fischer, P.H., B. Brunekreef et E. Lebret. Air pollution related deaths during the 2003 heat wave in the Netherlands [Décès liés à la pollution atmosphérique pendant la vague de chaleur de 2003 aux Pays-Bas], *Atmospheric Environment,* vol. 38, p. 1083-1085, 2004.

Freedman, R.R. et W. Krell. Reduced thermoregulatory null zone in postmenopausal women with hot flashes [Réduction de la plage athermique chez les femmes ménopausées souffrant de bouffées de chaleur], *American Journal of Obstetrics and Gynecology,* vol. 181, nº 1, p. 66-70, 1999.

Fung, K.Y., D. Krewski, Y. Chen, R. Burnett et S. Çakmak. Comparison of time series and case-crossover analyses of air pollution and hospital admission data [Comparaison de série chronologique et d'analyses de cas comparatives des données sur la pollution atmosphérique et les hospitalisations], *International Journal of Epidemiology,* vol. 32, nº 6, p. 1064-1070, 2003.

Gauthier, J., J.A. Morais et L. Mallet. Impact des vagues de chaleur en gériatrie et risques associés aux médicaments, *Pharmactuel,* vol. 38, nº 3, p. 123-133, 2005.

Goldberg, M.S., J.C. Bailar III, R.T. Burnett, J.R. Brook, R. Tamblyn et coll. Identifying subgroups of the general population that may be susceptible to short-term increases in particulate air pollution: A time-series study in Montreal, Quebec [Identification des sous-groupes de la population qui pourraient être susceptibles aux augmentations à court terme de la pollution atmosphérique par les particules : étude de série chronologique réalisée à Montréal (Québec)], *Research Reports of the Health Effects Institute,* vol. 97, p. 7-113, 2000.

Goldberg, M.S., R.T. Burnett, J.C. Bailar III, J. Brook, Y. Bonvalot et coll. The association between daily mortality and ambient air particle pollution in Montreal, Quebec. 1. Nonaccidental mortality [Association entre la mortalité quotidienne et la pollution par les particules ambiantes à Montréal (Québec). 1. Mortalité non accidentelle], *Environmental Research,* vol. 86, nº 1, p. 12-25, 2001a.

Goldberg, M.S., R.T. Burnett, J.C. Bailar III, J. Brook, Y. Bonvalot et coll. The association between daily mortality and ambient air particle pollution in Montreal, Quebec. 2. Cause-specific mortality [Association entre la mortalité quotidienne et la pollution par les particules ambiantes à Montréal (Québec). 2. Mortalité à cause spécifique], *Environmental Research,* vol. 86, nº 1, p. 26-36, 2001b.

Goldberg, M.S., R.T. Burnett, J.C. Bailar III, R. Tamblyn, P. Ernst et coll. Identification of persons with cardiorespiratory conditions who are at risk of dying from the acute effects of ambient air particles [Identification des personnes atteintes de maladies cardiorespiratoires qui sont à risque de mourir des effets aigus des particules présentes dans l'air ambiant], *Environmental Health Perspectives,* vol. 109, suppl. 4, p. 487-494, 2001c.

Goldberg, M.S., R.T. Burnett, J Brook, J.C. Bailar III, M.-F. Valois et coll. Association between daily cause-specific mortality and concentrations of ground-level ozone in Montreal, Quebec [Association entre la mortalité quotidienne à cause spécifique et les concentrations d'ozone troposphérique à Montréal (Québec)], *American Journal of Epidemiology,* vol. 154, nº 9, p. 817-826, 2001d.

Goldberg, M.S., R.T. Burnett, J.F. Yale, M.-F. Valois et J.R. Brook. (2006). Associations between ambient air pollution and daily mortality among persons with diabetes and cardiovascular disease [Association entre la pollution de l'air ambiant et la mortalité quotidienne chez les personnes souffrant de diabète et de maladies cardiovasculaires], *Environmental Research,* vol. 100, nº 2, p. 255-267, 2006.

Gong, S.L., L.A. Barrie, J.-P. Blanchet, K. von Salzen, U. Lohmann et coll. Canadian Aerosol Module: A size segregated simulation of atmospheric aerosol processes for climate and air quality models: Part 1. Module development [Module canadien des aérosols : simulation ventilée par taille des processus des aérosols atmosphériques pour les modèles du climat et de la qualité de l'air : Partie 1. Développement du module], *Journal of Geophysical Research,* vol. 108, nº D1, p. 4007, 2003a.

Gong, W., A.P. Dastoor, V.S. Bouchet, S. Gong, P.A. Makar et coll. Cloud processing of gases and aerosols in a regional air quality model (AURAMS) and its evaluation against precipitation-chemistry data [Traitement des gaz et aérosols dans les nuages dans un modèle régional de la qualité de l'air (AURAMS) et son évaluation par rapport aux données sur la chimie des précipitations], dans *Proceedings of the Fifth AMS Conference on Atmospheric Chemistry,* vol. 2.3 (CD-ROM), 9-13 février 2003, Long Beach, CA., Boston, American Meteorological Society, 2003b.

Gong, H. Jr., W.S. Linn, C. Sioutas, S.L. Terrell, K.W. Clark et coll. Controlled exposures of healthy and asthmatic volunteers to concentrated ambient fine particles in Los Angeles [Exposition contrôlée de volontaires asthmatiques et en bonne santé à des concentrations ambiantes de particules fines à Los Angeles], *Inhalation Toxicology,* vol. 15, nº 4, p. 305-325, 2003c.

Gong, W., A.P. Dastoor, V.S. Bouchet, S. Gong, P.A. Makar et coll. Cloud processing of gases and aerosols in a regional air quality model (AURAMS) [Traitement des gaz et aérosols dans les nuages dans un modèle régional de la qualité de l'air (AURAMS)], *Atmospheric Research,* vol. 82, nº 1-2, p. 248-275, 2006.

Gordon, C.J. Role of environmental stress in the physiological response to chemical toxicants [Rôle du stress environnemental dans la réponse physiologique aux substances toxiques chimiques], *Environmental Research,* vol. 92, nº 1, p. 1-7, 2003.

Gouvernement du Canada. *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement 2007 – Faits saillants,* 2007. Consulté le 25 janvier 2008, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/environmentandresources/CESIHL2007/CESIHL2007_f.cfm

Grell, G.A., J. Dudhia et D. Stauffer. *A description of the fifth-generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5)* [Description du modèle mésoéchelle de 5e génération (MM5) de Penn State/NCAR], dans NCAR Technical Note, TN-398 + STR. Boulder, CO, National Center for Atmospheric Research, 1994.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Technical summary [Résumé technique], dans *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Third Assessment Report*, Genève, GIEC, p. 22-80, 2001a.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Climate change 2001: The scientific basis. *Working Group I contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Third Assessment Report* [Bilan 2001 des changements climatiques : les éléments scientifiques, contribution du Groupe de travail I au troisième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2001b. Consulté le 6 octobre 2006, à l'adresse http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Summary for policymakers [Résumé à l'intention des décideurs], dans S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis et coll. (dir.), *Climate change 2007: The physical science basis. Working Group I contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report*, Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 1-18, 2007a.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Summary for policymakers [Résumé à l'intention des décideurs], dans M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden et C.E. Hanson (dir.), *Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report*, Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 7-22, 2007b.

Groupe de travail sur les objectifs et les lignes directrices de la qualité de l'air (GTOLDQA), *Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant quant aux matières particulaires, Partie 1 : Rapport d'évaluation scientifique,* rapport publié sous la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, Ottawa, ministre des Travaux publics et des Services Gouvernementaux, 1999a.

Groupe de travail sur les objectifs et les lignes directrices de la qualité de l'air (GTOLDQA), *Objectifs nationaux de qualité de l'air ambiant quant aux matières particulaires, addenda au document d'évaluation scientifique,* rapport publié sous la Loi canadienne sur la protection de l'environnement, Ottawa, ministre des Travaux publics et des Services Gouvernementaux, 1999b.

Hajat, S., A. Haines, S.A. Goubet, R.W. Atkinson et H.R. Anderson. Association of air pollution with daily GP consultations for asthma and other lower respiratory conditions in London [Association de la pollution atmosphérique avec les consultations quotidiennes de généralistes pour asthme et autres maladies du système respiratoire inférieur à Londres], *Thorax,* vol. 54, nº 7, p. 597-605, 1999.

Hajat, S., R.S. Kovats, R.W. Atkinson et A. Haines. Impact of hot temperatures on death in London: A time series approach [Impact des températures élevées sur les décès à Londres : approche par séries chronologiques], *Journal of Epidemiology and Community Health,* vol. 56, p. 367-372, 2002.

Hart, L.E., B.P. Egier, A.G. Shimizu, P.J. Tandan et J.R. Sutton. Exertional heat stroke: The runner's nemesis [Le coup de chaleur provoqué par l'effort : l'ennemi du coureur], *Journal de l'Association médicale canadienne,* vol. 122, nº 10, p. 1144-1150, 1980.

Hémon, D. et E. Jougla. *Surmortalité liée à la canicule d'août 2003—Rapport d'étape,* Paris, Inserm-Institut national de la santé et de la recherche médicale, 2003.

Hogrefe, C., B. Lynn, S. Gaffin, K. Civerolo, J.-Y. Ku et coll. Simulating changes in regional air pollution over the eastern United States due to changes in global and regional climate and emissions [Simulation des changements de la pollution atmosphérique régionale sur l'Est des États-Unis découlant des changements des climats et des émissions planétaires et régionaux], *Journal of Geophysical Research,* vol. 109, p. D22301, 2004.

Huang, Y.C. et A.J. Ghio. Vascular effects of ambient pollutant particles and metals [Effets vasculaires de la pollution ambiante par les particules et les métaux], *Current Vascular Pharmacology,* vol. 4, nº 3, p. 199-203, 2006.

Hughson, R.L., H.J. Green, M.E. Houston, J.A. Thomson, D.R. MacLean et coll. Heat injuries in Canadian mass participation runs [Blessures dues à la chaleur dans les courses de type marathon au Canada], *Journal de l'Association médicale canadienne,* vol. 122, nº 10, p. 1141-1142, 1980.

Hulme, M. et G. Jenkins. *Climate change scenarios for the United Kingdom: Scientific report* [Scénarios de changement climatique pour le Royaume-Uni : rapport scientifique], Norwich, R.-U., Climatic Research Unit, University of East Anglia, 1998.

Hyde, D.M., W.C. Hubbard, V. Wong, R. Wu, K. Pinkerton et coll. Ozone-induced acute tracheo-bronchial epithelial injury: Relationship to granulocyte emigration in the lung [Blessures de l'épithélium trachéo-bronchique dues à l'ozone : relation avec l'émigration de granulocytes dans le poumon], *American Journal of Respiratory Cell and Molecular Biology,* vol. 6, p. 481-497, 1992.

Industrial Economics, Incorporated. *Expanded expert judgment assessment of the concentration – response relationship between $PM_{2.5}$ exposure and mortality* [Évaluation élargie par jugement d'experts de la relation concentration-réponse entre l'expositions aux $PM_{2.5}$ et la mortalité], rapport final préparé pour l'Office of Air Quality Planning and Standards, U.S. Environmental Protection Agency, 2006. Consulté le 25 octobre 2006, à l'adresse http://www.epa.gov/ttn/ecas/regdata/Uncertainty/pm_ee_report.pdf

Institut de veille sanitaire (InVS) de France. *Vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre températures, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises,* France, Institut de veille sanitaire, 2004.

Integrated Global Observing Strategy (IGOS). *IGOS atmospheric chemistry theme report: Integrated Global Atmospheric Chemistry Observations (IGACO)* [Rapport de l'IGOS sur le thème de la chimie atmosphérique : observations globales intégrées de la chimie atmosphérique (IGACO)], rapport préparé pour la 11e réunion des partenaires de l'IGOS, le 27 mai 2004, Rome, Italie, 2004.

Ito, K., S.F. De Leon et M. Lippman. Associations between ozone and daily mortality: Analysis and meta-analysis [Associations entre l'ozone et la mortalité quotidienne : analyse et méta-analyse], *Epidemiology,* vol. 16, nº 4, p. 446-457, 2005.

Jerrett, M., R.T. Burnett, J. Brook, P. Kanaroglou, G. Giovis et coll. Do socioeconomic characteristics modify the short term association between air pollution and mortality? Evidence from a zonal time series in Hamilton, Canada [Les caractéristiques socio-économiques : modifient-elles l'association à court terme entre la pollution atmosphérique et la mortalité? Indications fournies par une série chronologique zonale à Hamilton (Canada)], *Journal of Epidemiology and Community Health,* vol. 58, nº 1, p. 31-40, 2004.

Jiang, W. Instantaneous secondary organic aerosol yields and their comparison with overall aerosol yields for aromatic and biogenic hydrocarbons [Rendements instantanés d'aérosols organiques secondaires et leur comparaison avec les rendements globaux d'aérosols pour des hydrocarbures aromatiques et biogéniques], *Atmospheric Environment,* vol. 37, p. 5439-5444, 2003.

Johnson, H., R.S. Kovats, G. McGregor, J. Stedman, M. Gibbs et coll. The impact of the 2003 heat wave on daily mortality in England and Wales and the use of rapid weekly mortality estimates [L'impact de la vague de chaleur de 2003 sur la mortalité quotidienne en Angleterre et au Pays de Galles et l'utilisation d'estimations rapides de la mortalité hebdomadaire], *Eurosurveillance Monthly Releases,* vol. 10, nº 7, p. 168-171, 2005.

Jones-Lee, M.W., M. Hammerton et P.R. Philips. The value of safety: Results of a national sample survey [La valeur de la sécurité : résultats d'un sondage national par échantillon], *The Economic Journal,* vol. 95, p. 49-72, 1985.

Kalkstein, L.S. A new approach to evaluate the impact of climate on human mortality [Nouvelle approche pour évaluer l'impact du climat sur la mortalité humaine], *Environmental Health Perspectives,* vol. 96, p. 145-150, 1991.

Katsouyanni, K., A. Pantazopoulou, G. Touloumi, I. Tselepidaki, K. Moustris et coll. Evidence for interaction between air pollution and high temperature in the causation of excess mortality [Indications de l'interaction entre la pollution atmosphérique et une température élevée dans les causes de la surmortalité], *Archives of Environmental Health,* vol. 48, nº 4, p. 235-242, 1993.

Katsouyanni, K., G. Touloumi, E. Samoli, A. Gryparis, A. Le Tertre et coll. Confounding and effect modification in the short-term effects of ambient particles on total mortality: Results from 29 European cities within the APHEA2 project [Confusion et modification de l'effet dans les effets à court terme des particules ambiantes sur la mortalité totale : résultats pour 29 villes d'Europe du projet APHEA2], *Epidemiology,* vol. 12, nº 5, p. 521-531, 2001.

Keatinge, W.R., G.C. Donaldson, E. Cordioli, M. Martinelli, A.E. Kunst et coll. Health related mortality in warm and cold regions of Europe: Observational study [Mortalité liée à la chaleur dans des régions chaudes et froides d'Europe : étude observationnelle], *British Medical Journal,* vol. 321, nº 7262, p. 670-673, 2000.

Knowlton, K., J.E. Rosenthal, C. Hogrefe, B. Lynn, S. Gaffin et coll. Assessing ozone-related health impacts under a changing climate [Évaluation des impacts sur la santé liés à l'ozone dans un climat en évolution], *Environmental Health Perspectives,* vol. 112, nº 15, p. 1557-1563, 2004.

Koppe, C., R.S. Kovats, G. Jendritzky et B. Menne. Heat-waves: Risks and responses [Vagues de chaleur : risques et réponses], dans *Health and Global Environmental Change,* Série nº 2, Copenhague, Danemark, Organisation mondiale de la Santé, 2004.

Koutsavlis, A.T. et T. Kosatsky. Environmental-temperature injury in a Canadian metropolis [Blessure due à la température ambiante dans une métropole du Canada], *Journal of Environmental Health,* vol. 66, p. 40-45, 2003.

Kovats, R.S., S. Hajat et P. Wilkinson. Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in greater London, U.K. [Contrastes entre les régimes de la mortalité et des hospitalisations pendant des périodes de temps chaud et de vagues de chaleur dans la région métropolitaine de Londres, R.-U.], *Occupational and Environmental Medicine,* vol. 61, nº 11, p. 893-898, 2004.

Krewski, D., R.T. Burnett, M.S. Goldberg, K. Hoover, J. Siemiatycki et coll. Reanalysis of the Harvard Six Cities Study and the American Cancer Society study of particulate air pollution and mortality [Réanalyse de l'étude Harvard de six villes et étude de l'American Cancer Society sur la pollution atmosphérique par les particules et la mortalité], rapport spécial à l'Institute's Particle Epidemiology Reanalysis Project, Boston, Health Effects Institute, 2000.

Kreyling, W.G., M. Semmler-Behnke et W. Moller. Ultrafine particle—lung interactions: Does size matter? [Interactions entre les particules ultrafines et le poumon : la taille est-elle importante?], *Journal of Aerosol Medicine,* vol. 19, nº 1, p. 74-83, 2006.

Krupnick, A.J. et M.L. Cropper. *Valuing chronic morbidity damages: Medical costs, labor market effects, and individual valuations* [Évaluation financière des dommages par morbidité chronique : coûts médicaux, effets sur le marché du travail et évaluations pour la personne], rapport final à l'EPA des É.-U., Office of Policy Analysis, 1989.

Krupnick, A.J. et M.L. Cropper. The effect of information on health risk valuations [L'effet de l'information sur l'évaluation financière des risques pour la santé], *Journal of Risk and Uncertainty,* vol. 5, p. 29-48, 1992.

Krupnick, A.J., W. Harrington et B. Ostro. Ambient ozone and acute health effects: Evidence from daily data [Ozone ambiant et effets aigus sur la santé : indications tirées des données quotidiennes], *Journal of Environmental Economics and Management,* vol. 18, nº 1, p. 1-18, 1990.

Krzyzanowski, M., J.J. Quackenboss et M.D. Lebowitz. Relation of peak expiratory flow rates and symptoms to ambient ozone [Relation des taux expiratoires de pointe et des symptômes avec l'ozone ambiant], *Archives of Environmental Health,* vol. 47, p. 107-115, 1992.

Künzli, N., F. Lurmann, M. Segal, L. Ngo, J. Balmes et coll. Association between lifetime ambient ozone exposure and pulmonary function in college freshmen—Results of a pilot study [Association entre une exposition à l'ozone ambiant sur toute la vie et la fonction pulmonaire chez des étudiants de première année – résultats d'une étude pilote], *Environmental Research,* vol. 72, nº 1, p. 8-23, 1997.

Langner, J., R. Bergström et V. Foltescu. Impact of climate change on surface ozone and deposition of sulphur and nitrogen in Europe [Impact du changement climatique sur l'ozone en surface et le dépôt de soufre et d'azote en Europe], *Atmospheric Environment,* vol. 39, p. 1129-1141, 2005.

Laurila, T., J.E. Jonson, J. Langner, J. Sundet, J.-P. Tuovinen et coll. *Ozone exposure scenarios in the Nordic countries during the 21st century* [Scénarios d'exposition à l'ozone dans les pays nordiques au cours du 21e siècle], Oslo, Institut météorologique de Norvège, 2004a.

Laurila, T., J.-P. Tuvinen, V. Tarvainen et D. Simpson. Trends and scenarios of ground-level ozone concentrations in Finland [Tendances et scénarios de concentrations d'ozone troposphérique en Finlande], *Boreal Environment Research,* vol. 9, p. 167-184, 2004b.

Ledrans, M. et H. Isnard (dir.). *Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France,* Saint-Maurice, France, Institut de veille sanitaire, 2003. Consulté le 1er avril 2005, à l'adresse http://www.invs.sante.fr/publications/2003/chaleur_aout_2003/

Lee-Chiong Jr., T.L. et J.T. Stitt. Disorders of temperature regulation [Troubles de la régulation thermique], *Comprehensive Therapy,* vol. 21, p. 697-704, 1995.

Leung, L.R. et W.I. Gustafson Jr. Potential regional climate change and implications to U.S. air quality [Changement climatique régional potentiel et implications pour la qualité de l'air aux États-Unis], *Geophysical Research Letters,* vol. 32, L13711, 2005.

Li, Z., J.D. Carter, L.A. Dailey et Y.C. Huang. Pollutant particles produce vasoconstriction and enhance MAPK signaling via type I receptor [Les polluants particulaires produisent une vasoconstriction et accentuent le signalement de la protéine MEK par l'intermédiaire d'un récepteur d'angiotensine de type I], *Environmental Health Perspectives,* vol. 113, nº 8, p. 1009-1014, 2005.

Lippman, M. *Environmental toxicants: Human exposures and their health effects* [Toxiques environnementaux : exposition humaine et effets sur la santé], 2e éd., New York, Wiley-Interscience, 2000a.

Lippman, M. Ozone, dans M. Lippman (dir.), *Environmental toxicants: Human exposures and their health effects* [Toxiques environnementaux : exposition humaine et effets sur la santé], 2e éd., New York, Wiley-Interscience, p. 665-723, 2000b.

Lipsett, M.J., F.C. Tsai, L. Roger, M. Woo et B.D. Ostro. Coarse particles and heart rate variability among older adults with coronary artery disease in the Coachalla valley, California [Particules grossières et variabilité du rythme cardiaque chez des personnes âgées souffrant de maladies coronariennes dans la vallée de Coachalla, en Californie], *Environmental Health Perspectives,* vol. 114, nº 8, p. 1215-1220, 2006.

Lloyd, S.A. The changing chemistry of earth's atmosphere [Évolution de la chimie de l'atmosphère terrestre], dans J.L. Aron et J.A. Patz (dir.), *Ecosystem change and public health. A global perspective* [Changements des écosystèmes et santé publique : perspective mondiale], Baltimore et Londres, Johns Hopkins University Press, p. 188-232, 2001.

Lurmann, F.W., A.C. Lloyd et R. Atkinson. A chemical mechanism for use in long-range transport/acid deposition computer modeling [Un mécanisme chimique utilisable dans la modélisation informatique du transport à grande distance et du dépôt acide], *Journal of Geophysical Research,* vol. 91, nº D10, p. 10905-10936, 1986.

Makar, P.A., V.S. Bouchet, W. Gong, M.D. Moran, S. Gong et coll. *AURAMS/Pacific 2001 measurement intensive comparison* [AURAMS/Pacific 2001 – comparaison intensive des mesures], Actes de la 27e réunion technique internationale sur la modélisation de la pollution atmosphérique et son application, Banff, Canada, 25-29 octobre 2004, 2004.

Makar, P.A., V.S. Bouchet et A. Nenes. Inorganic chemistry calculations using HETV—A vectorized Solver for the SO_4-NO_3-NH_4 system based on the ISORROPIA algorithms [Calculs de chimie inorganique à l'aide de HETV – solveur vectorisé pour le système SO_4-NO_3-NH_4 basé sur les algorithmes ISORROPIA], *Atmospheric Environment,* vol. 37, nº 16, p. 2279-2294, 2003.

McConnell, R., K. Berhane, F. Gilliland, S.J. London, H. Vora et coll. Air pollution and bronchitic symptoms in southern California children with asthma [Pollution atmosphérique et symptômes bronchitiques chez des enfants du Sud de la Californie souffrant d'asthme], *Environmental Health Perspectives,* vol. 107, nº 9, p. 757-760, 1999.

McGeehin, M.A. et M. Mirabelli. The potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States [Impacts potentiels de la variabilité et du changement du climat sur la morbidité et la mortalité liées à la température aux États-Unis], *Environmental Health Perspectives,* vol. 109, suppl. 2, p. 185-189, 2001.

McKeen, S., J. Wilczak, G. Grell, I. Djalalova, S. Peckham et coll. Assessment of an ensemble of seven real-time ozone forecasts over eastern North America during the summer of 2004 [Évaluation d'un ensemble de sept prévisions d'ozone en temps réel sur l'Est de l'Amérique du Nord pendant l'été 2004], *Journal of Geophysical Research,* vol. 110, D21307, 2005.

Met Office du R.-U. *Heat-health watch* [Veille de vague de chaleur], 2006. Consulté le 20 septembre 2006, à l'adresse http://www.metoffice.gov.uk/weather/uk/heathealth/index.html

Michelozzi, P., F. Forastiere, D. Fusco, C.A. Perucci, B. Ostro et coll. Air pollution and daily mortality in Rome, Italy [Pollution atmosphérique et mortalité quotidienne à Rome, Italie], *Occupational and Environmental Medicine,* vol. 55, p. 605-610, 1998.

Mickley, L.J., D.J. Jacob et B.D. Field. Effects of future climate change on regional air pollution episodes in the United States [Effets du changement climatique à venir sur les épisodes de pollution atmosphérique régionaux aux États-Unis], *Geophysical Research Letters,* vol. 31, L24103, 2004.

Morris, R.E., P.D. Guthrie et C.A. Knopes. Photochemical modeling analysis under global warming conditions [Analyse de la modélisation de la photochimie dans des conditions de réchauffement planétaire], dans *Proceedings of the 88th Air and Waste Management Association (AWMA) annual meeting and exhibition* [Actes de la 88e réunion-exposition annuelle de l'Air and Waste Management Association (AWMA)], article 95-WP-74B.02, Pittsburgh, Air and Waste Management Association, 1995.

Mueller-Anneling, L., E. Avol, J.M. Peters et P.S. Thorne. Ambient endotoxin concentrations in PM_{10} from southern California [Concentrations ambiantes d'endotoxines dans les PM_{10} provenant du Sud de la Californie], *Environmental Health Perspectives,* vol. 112, nº 5, p. 583-588, 2004.

Muggeo, V.M.R. A note on temperature effect estimate in mortality time series analysis [Note sur l'estimation de l'effet de la température dans l'analyse de séries chronologiques de la mortalité], *International Journal of Epidemiology,* vol. 93, p. 1151-1153, 2004.

Naughton, M.P., A. Henderson, M.C. Mirabelli, R. Kaiser, J.L. Wilhelm et coll. Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago [Mortalité liée à la chaleur pendant une canicule de 1999 à Chicago], *American Journal of Preventive Medicine,* vol. 22, nº 4, p. 221-227, 2002.

Neas, L.M., D.W. Dockery, H. Burge, P. Koutrakis et F.E. Speizer. Fungus spores, air pollutants, and other determinants of peak respiratory flow in children [Spores de champignons, polluants atmosphériques et autres déterminants du débit respiratoire de pointe chez les enfants], *American Journal of Epidemiology,* vol. 143, nº 8, p. 797-807, 1996.

Newhouse, C.P. et E. Levetin. Correlation of environmental factors with asthma and rhinitis symptoms in Tulsa, OK [Corrélation des facteurs environnementaux avec les symptômes d'asthme et de rhinite à Tulsa (Oklahoma)], Annals of Allergy, *Asthma, and Immunology,* vol. 92, p. 356-366, 2004.

Newson, R., D. Strachan, E. Archibald, J. Emberlin, P. Hardaker et coll. Acute asthma epidemics, weather and pollen in England, 1987 – 1994 [Épidémies d'asthme aigu, conditions météorologiques et pollen en Angleterre, 1987 – 1994], *European Respiratory Journal,* vol. 11, p. 694-701, 1998.

O'Neill, M.S., S. Hajat, A. Zanobetti, M. Ramirez-Aguilar et J. Schwartz. Impact of control for air pollution and respiratory epidemics on the estimated associations of temperature and daily mortality [Impact des limitations sur la pollution atmosphérique et les épidémies de troubles respiratoires sur les associations estimatives de la température et de la mortalité quotidienne], *International Journal of Biometeorology,* vol. 50, p. 121-129, 2005a.

O'Neill, M.S., A. Zanobetti et J. Schwartz. Disparities by race in heat-related mortality in four US cities: The role of air conditioning prevalence [Disparités ethniques de la mortalité liée à la chaleur dans quatre villes des États-Unis : le rôle de la prévalence de la climatisation], *Journal of Urban Health,* vol. 82, p. 191-197, 2005b.

Ostro, B.D. Air pollution and morbidity revisited: A specification test [Retour sur la pollution atmosphérique et la morbidité : un test de spécification], *Journal of Environmental Economics and Management,* vol. 14, p. 87-98, 1987.

Ostro, B.D., W.-Y. Feng, R. Broadwin, S. Green et M. Lipsett. The effects of components of fine particulate air pollution on mortality in California: Results from CALFINE [Les effets des composants des polluants atmosphériques particulaires fins sur la mortalité en Californie : résultats issus de CALFINE], *Environmental Health Perspectives,* vol. 115, nº 1, p. 13-19, 2006.

Ostro, B.D. et S. Rothschild. Air pollution and acute respiratory morbidity: An observational study of multiple pollutants [Pollution atmosphérique et morbidité respiratoire aiguë : étude observationnelle de polluants multiples], *Environmental Research,* vol. 50, nº 2, p. 238-247, 1989.

Park, S.K., M.S. O'Neill, P.S. Vokonas, D. Sparrow et J. Schwartz. Effects of air pollution on heart rate variability: The VA normative aging study [Effets de la pollution atmosphérique sur la variabilité du rythme cardiaque : étude du vieillissement par zone sensible], *Environmental Health Perspectives,* vol. 113, nº 3, p. 304-309, 2005.

Penn, A., G. Murphy, S. Barker, W. Henk et L. Penn. Combustion-derived ultrafine particles transport organic toxicants to target cells [Les particules fines issues de la combustion transportent des toxiques organiques vers des cellules cibles], *Environmental Health Perspectives,* vol. 113, nº 8, p. 956-963, 2005.

Piver, W.T., M. Ando, F. Ye et C.J. Portier. Temperature and air pollution as risk factors for heat stroke in Tokyo, July and August 1980 – 1995 [La température et la pollution atmosphérique en tant que facteurs de risque pour le coup de chaleur à Tokyo, juillet et août 1980 – 1995], *Environmental Health Perspectives,* vol. 107, nº 11, p. 911-916, 1999.

Pope, C.A. III., R.T. Burnett, M.J. Thun, E.E. Calle, D. Krewski et coll. Lung cancer, cardio-pulmonary mortality, and long-term exposure to fine particulate air pollution [Cancer du poumon, mortalité d'origine cardiopulmonaire et exposition à long terme aux polluants atmosphériques particulaires fins], *Journal of the American Medical Association,* vol. 287, nº 9, p. 1132-1141, 2002.

Pope, C.A. III., R.T. Burnett, G.D. Thurston, M.J. Thun, E.E. Calle et coll. Cardiovascular mortality and long-term exposure to particulate air pollution: Epidemiological evidence of general pathophysiological pathways of disease [Mortalité d'origine cardiovasculaire et exposition à long terme aux polluants atmosphériques particulaires : indications épidémiologiques des voies pathophysiques générales de la maladie], *Circulation,* vol. 109, nº 1, p. 71-77, 2004.

Pope, C.A. III. et L.S. Kalkstein. Synoptic weather modeling and estimates of the exposure – response relationship between daily mortality and particulate air pollution [Modélisation des conditions météorologiques synoptiques et estimations de la relation exposition-réponse entre la mortalité quotidienne et la pollution atmosphérique par les particules], *Environmental Health Perspectives,* vol. 104, nº 4, p. 414-420, 1996.

Prather, M., M. Gauss, T. Bernsten, I. Isaksen, J. Sundet et coll. Fresh air in the 21st century? [De l'air frais au 21e siècle?], *Geophysical Research Letters,* vol. 30, nº 2, p. 1100, 2003.

Pudykiewicz, J.A., A. Kallaur et P.K. Smolarkiewicz. Semi-Lagrangian modeling of tropospheric ozone [Modélisation semi-lagrangienne de l'ozone troposphérique], *Tellus,* vol. 49B, nº 3, p. 231-248, 1997.

Pun, B.K., S.-Y. Wu et C. Seigneur. Contribution of biogenic emissions to the formation of ozone and particulate matter in the eastern United States [Contribution des émissions biogéniques à la formation d'ozone et de particules dans l'Est des États-Unis], *Environmental Science and Technology,* vol. 36, nº 16, p. 3586-3596, 2002.

Rainham, D.G. et K.E. Smoyer-Tomic. The role of air pollution in the relationship between a heat stress index and human mortality in Toronto [Le rôle de la pollution atmosphérique dans la relation entre un indice de stress dû à la chaleur et la mortalité humaine à Toronto], *Environmental Research,* vol. 96, p. 328-337, 2003.

Ren, C., G.M. Williams et S. Tong. Does particulate matter modify the association between temperature and cardiorespiratory diseases? [Les particules modifient-elles l'association entre la température et les maladies cardiorespiratoires?], *Environmental Health Perspectives,* vol. 114, nº 11, p. 1690-1696, 2006.

Roberts, S. Interactions between particulate air pollution and temperature in air pollution mortality time series studies [Interactions entre la pollution par les particules et la température dans les études de séries chronologiques de la mortalité due à la pollution atmosphérique], *Environmental Research,* vol. 96, nº 3, p. 328-337, 2004.

Rowe, R.D., C.M. Lang, L.G. Chestnut, D. Latimer, D. Rae et coll. *The New York electricity externality study* [L'étude sur l'externalité de l'électricité à New York], Dobbs Ferry, New York, Oceana Publications, 1995.

Rowell, L.B. Cardiovascular aspects of human thermoregulation [Aspects cardiovasculaires de la thermorégulation humaine], *Circulation Research,* vol. 52, nº 4, p. 367-379, 1983.

Ruidavets, J.B., M. Cournot, S. Cassadou, M. Giroux, M. Meybeck et coll. Ozone air pollution is associated with acute myocardial infarction [La pollution atmosphérique par l'ozone est associée à des infarcissements aigus du myocarde], *Circulation,* vol. 111, nº 5, p. 563-569, 2005.

Russell, G.L., J.R. Miller et D. Rind. A coupled atmosphere-ocean model for transient climate change studies [Un modèle couplé atmosphère-océan pour les études aux états transitoires du changement climatique], *Atmospheric and Oceanic Technology,* vol. 33, p. 683-730, 1995.

Samet, J.M., F. Dominici, A. McDermott et S.L. Zeger. New problems for an old design: Time series analyses of air pollution and health (Commentaries) [Nouveaux problèmes pour un vieux concept : analyses de séries chronologiques de la pollution atmosphérique et de la santé (commentaires)], *Epidemiology,* vol. 14, nº 1, p. 11-12, 2003.

Samet, J.M., S. Zeger, J. Kelsall, J. Xu et L. Kalkstein. Does weather confound or modify the association of particulate air pollution with mortality? An analysis of the Philadelphia data, 1973 – 1980 [Est-ce que les conditions météorologiques ajoutent de la confusion ou des modifications dans l'association de la pollution atmosphérique par les particules et de la mortalité? Une analyse des données de Philadelphie, 1973 – 1980], *Environmental Research,* vol. 77, p. 9-19, 1998.

Sartor, F., C. Demuth, R. Snacken et D. Walckiers. Mortality in the elderly and ambient ozone concentration during the hot summer, 1994, in Belgium [Mortalité chez les personnes âgées et concentration ambiante d'ozone pendant l'été chaud de 1994 en Belgique], *Environmental Research,* vol. 72, nº 2, p. 109-117, 1997.

Sartor, F., R. Snacken, C. Demuth et D. Walckiers. Temperature, ambient ozone levels, and mortality during summer 1994, in Belgium [Température, niveaux ambiants d'ozone et mortalité pendant l'été de 1994 en Belgique], *Environmental Research,* vol. 70, nº 2, p. 105-113, 1995.

Semenza, J.C., J.E. McCullough, W.D. Flanders, M.A. McGeehin et J.R. Lumpkin. Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago [Hospitalisations en surnombre pendant la vague de chaleur de juillet 1995 à Chicago], *American Journal of Preventive Medicine,* vol. 16, nº 4, p. 359-360, 1999.

Sheridan, S.C. et L.S. Kalkstein. Progress in heat watch-warning system technology [Progrès de la technologie du système de veille-alerte de chaleur], *Bulletin of the American Meteorological Society,* vol. 85, nº 12, p. 1931-1941, 2004.

Sirois, A., J.A. Pudykiewicz et A. Kallaur. A comparison between simulated and observed ozone mixing ratios in eastern North America [Comparaison entre les rapports de mélange de l'ozone simulés et observés dans l'Est de l'Amérique du Nord], *Journal of Geophysical Research,* vol. 104, p. 21397-21423, 1999.

Smoyer, K.E., L.S. Kalkstein, J.S. Greene et H.C. Ye. The impacts of weather and pollution on human mortality in Birmingham, Alabama and Philadelphia, Pennsylvania [Les effets des conditions météorologiques et de la pollution sur la mortalité humaine à Birmingham, Alabama, et Philadelphie, Pennsylvanie], *International Journal of Climatology,* vol. 20, p. 881-897, 2000.

Société royale du Canada. Rapport du Groupe d'experts pour examiner les normes pancanadiennes relatives aux particules et à l'ozone (résumé en français seulement), Ottawa, 2001.

Speizer, F.E. Pathologies pulmonaires environnementales, dans E. Braunwald, S.L. Hauser, A.S. Fauci, D.L. Longo, D.L. Kasper et coll. (dir.), *Harrison – Principes de médecine interne,* 15e éd., Paris, Médecine-sciences Flammarion, p. 1467-1475, 2001.

Stedman, J.R. The predicted number of air pollution related deaths in the U.K. during the August 2003 heatwave [Nombre prévu de décès liés à la pollution atmosphérique au Royaume-Uni pendant la vague de chaleur d'août 2003], *Atmospheric Environment,* vol. 38, nº 8, p. 1087-1090, 2004.

Stieb, D.M., R.C. Beveridge, J.R. Brook, M. Smith-Doiron, R.T. Burnett et coll. Air pollution, aeroallergens and cardiorespiratory emergency department visits in Saint John, Canada [Pollution atmosphérique, aéroallergènes et consultations à l'urgence pour troubles cardiorespiratoires à Saint John, Canada], *Journal of Exposure Analysis and Environmental Epidemiology,* vol. 10, nº 5, p. 461-477, 2000.

Stieb, D.M., P. De Civita, F.R. Johnson, M. Manary, A. Anis et coll. Economic evaluation of the benefits of reducing acute cardiorespiratory morbidity associated with air pollution [Évaluation économique des avantages d'une réduction de la morbidité cardiorespiratoire aiguë liée à la pollution atmosphérique], *Environmental Health,* vol. 1, p. 7, 2002.

Stock, T.H, B.M. Gehan, P.A. Buffler, C.F. Constant, B.P. Hsi et coll. The Houston area asthma study: A reanalysis [L'étude sur l'asthme dans la région de Houston : une réanalyse], article présenté à la réunion annuelle de l'Air Pollution Control Association, Dallas, Texas, 19 – 24 juin 1988.

Stockwell, W.R. et F.W. Lurmann. *Intercomparison of the ADOM and RADM gas-phase chemical mechanisms* [Intercomparaison des mécanismes régissant les substances chimiques en phase gazeuse dans les modèles ADOM et RADM], rapport topique de l'Electrical Power Research Institute (EPRI), Palo Alto, CA, EPRI, 1989.

Sunyer, J., J. Castellsague, M. Saez, A. Tobias et J.M. Anto. Air pollution and mortality in Barcelona [La pollution atmosphérique et la mortalité à Barcelone], *Journal of Epidemiology and Community Health,* vol. 50, suppl. 1, p. S76-S80, 1996.

Toulemon, L. et M. Barbieri. La canicule d'août 2003. Combien de morts? Qui est mort? *Population et sociétés,* vol. 399, p. 4-7, 2004.

Tuovinen, J.-P., D. Simpson, P. Mayerhofer, V. Lindfors et T. Laurila. *Surface ozone exposures in northern Europe in changing environmental conditions* [Expositions à l'ozone troposphérique dans le Nord de l'Europe dans des conditions environnementales en évolution], article présenté au 8e Symposium européen du comportement physico-chimique des polluants atomosphériques, 17 – 20 septembre 2001, Turin, Italie, 2001.

United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs (U.K. DEFRA). *Air quality and climate change: A U.K. perspective* [Qualité de l'air et changement climatique : perspective du R.-U.], Rapport préliminaire produit par l'Air Quality Expert Group (AQEG), 2005. Consulté le 10 novembre 2006, à l'adresse http://www.defra.gov.uk/corporate/consult/airqual-climatechange/index.htm

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). *The potential effects of global climate change in the United States* [Effets potentiels du changement climatique planétaire sur les États-Unis], Washington, D.C., U.S. EPA Office of Policy, Planning and Evaluation, 1989.

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). *Air quality criteria for particulate matter* [Les critères de qualité de l'air ambiant – matière particulaire], Volume II de II, Washington, D.C., 2004.

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). *Air quality criteria for ozone and related photochemical oxidants. Volume I of III* [Critères de qualité de l'air pour l'ozone et des oxydants photochimiques connexes. Volume I de III], Washington, D.C, 2006a.

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). *Biogenic emissions characterization* [Caractérisation des émissions biogéniques], 2006b. Consulté le 12 octobre 2006, à l'adresse http://www.epa.gov/appcdwww/apb/biogenic.htm

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). *Biogenic Emissions Inventory System (BEIS) modeling* [Modélisation du système d'inventaire des émissions biogéniques], 2006c. Consulté le 12 octobre 2006, à l'adresse http://www.epa.gov/asmdnerl/biogen.html

Urch, B., F. Silverman, P. Corey, J.R. Brook, K.Z. Lukic et coll. Acute blood pressure responses in healthy adults during controlled air pollution exposures [Réponses aiguës de la pression sanguine chez des adultes sains lors d'expositions contrôlées à la pollution atmosphérique], *Environmental Health Perspectives,* vol. 113, nº 8, p. 1052-1055, 2005.

Vedal, S., M. Brauer, R. White et J. Petkau. Air pollution and daily mortality in a city with low levels of pollution [Pollution atmosphérique et mortalité quotidienne dans une ville présentant de bas niveaux de pollution], *Environmental Health Perspectives,* vol. 111, nº 1, p. 45-52, 2003.

Villeneuve, P.J., R.T. Burnett, Y. Shi, D. Krewski, M.S. Goldberg et coll. A time-series study of air pollution, socioeconomic status, and mortality in Vancouver, Canada [Étude par série chronologique de la pollution atmosphérique, du statut socio-économique et de la mortalité à Vancouver, au Canada], *Journal of Exposure Analysis & Environmental Epidemiology,* vol. 13, nº 6, p. 427-435, 2003.

Viscusi, W.K., W.A. Magat et J. Huber. Pricing environmental health risks: Survey assessments of risk – risk and risk – dollar trade – offs for chronic bronchitis [Évaluation financière des risques environnementaux pour la santé : évaluations des échanges risque-risque et risque-dollar pour la bronchite chronique], *Journal of Environmental Economics and Management,* vol. 21, nº 1, p. 32-51, 1991.

Vittiglio, M. *Toronto's heat-health alert system* [Système d'alerte chaleur de Toronto], CCIARN-Canadian Climate Impacts and Adaptation Research Network, 2006. Consulté le 11 octobre 2006, à l'adresse http://www.c-ciarn.ca/primer_website_html/page14_e.asp

Watson, R.T., M. Zinyowera et R.H. Moss (dir.). *The regional impacts of climate change: An assessment of vulnerability* [Impacts régionaux du changement climatique : évaluation de la vulnérabilité], rapport spécial du Groupe de travail II du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 1998.

Whittemore, A.S. et E.L. Korn. Asthma and air pollution in the Los Angeles area [Asthme et pollution atmosphérique dans la région de Los Angeles], *American Journal of Public Health,* vol. 70, nº 7, p. 687-696, 1980.

Yang, L., W. Zhang, H.Z. He et G.G. Zhang. Experimental studies on combined effects of high temperature and carbon monoxide [Études expérimentales sur les effets combinés des températures élevées et du monoxyde de carbone], *Journal of Tongji Medical University,* vol. 8, nº 1, p. 60-65, 1988.

Yap, D., N. Reid, G. DeBrou et R. Bloxam. *Transboundary air pollution in Ontario* [Pollution atmosphérique transfrontalière en Ontario], Toronto, ministère de l'Environnement de l'Ontario, 2005.

Yeo, T.P. Heat stroke. A comprehensive review [Le coup de chaleur : une revue exhaustive], *AACN Clinical Issues: Advanced Practice in Acute & Critical Care,* vol. 15, nº 2, p. 280-293, 2004.

Zhang, L., S.-L. Gong, J. Padro et L. Barrie. A size-segregated particle dry deposition scheme for an atmospheric aerosol module [Schéma de dépôt sec de particules en fonction de la taille pour un module d'aérosols atmosphériques], *Atmospheric Environment,* vol. 35, p. 549-560, 2001.

Zhang, L., M.D. Moran, P.A. Makar, J.R. Brook et S. Gong. Modeling gaseous dry deposition in AURAMS—A Unified Regional Air-quality Modeling System [Modélisation du dépôt sec gazeux dans AURAMS – système régional unifié de modélisation de la qualité de l'air], *Atmospheric Environment,* vol. 36, p. 537-560, 2002.

Chapitre 5

Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs

Dominique Charron
Manon Fleury
L. Robbin Lindsay
Nicholas Ogden
Corinne J. Schuster

Collaborateur :
David Noble

Chapitre 5

TABLE DES MATIÈRES

5.1 Introduction 196

5.1.1 Méthode et approche 197

5.2 Maladies d'origine alimentaire et hydrique 198

5.2.1 Maladies d'origine alimentaire 198

5.2.2 Maladies d'origine hydrique 200

5.3 Maladies transmises par des vecteurs et des rongeurs 204

5.3.1 Maladie du virus du Nil occidental et autres maladies transmises par les moustiques 204

5.3.2 Maladie de Lyme et autres zoonoses transmises par les tiques 208

5.3.3 Maladies transmises par des rongeurs 212

5.3.4 Importation de maladies exotiques 214

5.3.5 Principales lacunes dans les connaissances 215

5.4 Adaptation aux changements climatiques : évaluation du risque, surveillance, intervention et adaptation 217

5.4.1 Évaluation du risque 217

5.4.2 Surveillance 219

5.4.3 Intervention et adaptation 220

5.5 Conclusions 223

5.6 Références 224

Chapitre 5

5.1 INTRODUCTION

Dans le présent chapitre, on examine les effets possibles des changements climatiques sur le risque au Canada de maladies transmises par les aliments, l'eau, les vecteurs et les rongeurs, parmi lesquelles figurent beaucoup de zoonoses. On termine par un exposé sur les actions qui seront nécessaires pour réduire au minimum les répercussions de ces maladies sur la santé humaine. Il est crucial de caractériser les variations dans les profils de morbidité au Canada liées aux changements climatiques afin de réduire tout autre éventuel fardeau de la maladie. De nombreuses parties du monde connaissent une résurgence des maladies infectieuses, et le taux des cas de contamination liée aux aliments et à l'eau augmente aussi (Becker et coll., 2006). Cette situation est révélatrice d'une convergence sans précédent de divers facteurs importants partout dans le monde, notamment les changements climatiques, la croissance démographique, la densité de la population, les déplacements, les échanges commerciaux, l'intensification de l'agriculture, l'urbanisation et la surutilisation des antimicrobiens et des pesticides.

Zoonoses et maladies à transmission vectorielle

On appelle « maladies à transmission vectorielle » les maladies obligatoirement transmises par un hôte invertébré (p. ex., un moustique ou une tique). Les zoonoses sont des infections contractées par les animaux qui peuvent aussi se transmettre à l'humain. Toutes les infections transmises par les rongeurs et plusieurs infections d'origine alimentaire et hydrique, ou à transmission vectorielle, sont zoonotiques.

La variabilité du climat a des effets sur le risque de maladie ainsi que sur les profils de santé et de morbidité. Beaucoup de maladies infectieuses sont saisonnières. Par exemple, les maladies d'origine alimentaire et à transmission vectorielle atteignent un sommet pendant les mois les plus chauds dans les climats tempérés comme celui du Canada, alors que l'influenza et la gastroentérite prédominent en hiver (Grassley et Fraser, 2006). Les répercussions des conditions météorologiques et climatiques sur la plupart des maladies transmises par les aliments, l'eau, les vecteurs et les rongeurs sont attribuées à des effets indirects de ces conditions sur les agents pathogènes, leurs voies de transport, les invertébrés vecteurs, les animaux hôtes et le comportement humain. En outre, les gens ont des activités différentes selon le moment de l'année, ce qui rend saisonnier leur risque de lésion, d'infection ou de maladie liées à certaines activités. Par conséquent, le lien entre le climat et les maladies transmises par les aliments, l'eau, les vecteurs ou les rongeurs ne se limite pas aux effets directs des conditions météorologiques et climatiques sur, par exemple, le taux de mortalité causé par la chaleur et le froid extrêmes, ou les lésions provenant de conditions météorologiques extrêmes.

Les changements climatiques auront probablement des conséquences sur la situation actuelle des maladies dans tout le pays et pourront provoquer l'apparition de maladies aujourd'hui perçues comme rares ou exotiques au Canada. L'élévation prévue des températures moyennes résultant des changements climatiques pourrait contribuer à augmenter le taux de survie ou de réplication de certains agents pathogènes trouvés dans les aliments ou l'eau et des vecteurs, mais aussi entraver la survie d'autres organismes. Des étés plus longs et plus chauds pourraient favoriser la survie des agents pathogènes dans certains types d'aliments, ou dans la nourriture préparée ou conservée de façon inappropriée pendant les mois d'été. Des épisodes de précipitation plus fréquents et plus intenses pourraient favoriser la contamination de l'eau et causer une éclosion de maladies d'origine hydrique. Des hivers plus doux suivis d'étés plus humides et plus chauds

pourraient être favorables aux cas d'infection par le virus du Nil occidental et de maladie de Lyme, tandis que des sécheresses et des pluies abondantes pourraient contribuer à les limiter.

Les variations des profils saisonniers et géographiques prévus pour les infections transmises par les aliments, l'eau et les vecteurs ainsi que pour les zoonoses ont une incidence sur la santé de la population. On peut prévenir l'apparition d'un grand nombre de ces infections grâce à des messages ciblés de promotion de la santé, encourageant les gens à modifier leur comportement afin de réduire les risques de maladie. Comme une connaissance préalable de l'augmentation du risque dans certaines régions ou à certains moments peut améliorer la reconnaissance et le diagnostic cliniques, les professionnels de la santé ont besoin de savoir à quoi ils peuvent s'attendre et à quel moment. Par exemple, certains symptômes précoces de la maladie de Lyme ont une grande valeur diagnostique (ils permettent alors les traitements efficaces s'ils sont détectés tôt), et une connaissance de ces symptômes permet la détection et le traitement précoces, ce qui est essentiel pour réduire les répercussions de cette maladie. Heureusement, le Canada dispose d'une vaste expérience en matière de gestion du risque des maladies, qui permet de protéger la santé de la population. Des efforts considérables sont déployés pour faire en sorte que les aliments soient exempts de tout contaminant de la ferme à la table et l'eau potable soit exempte de toute contamination par des agents infectieux ou d'autres contaminants dangereux pour la santé. Ainsi, même si les effets des changements climatiques peuvent se solder par des risques pour la santé complètement nouveaux ou accrus, l'infrastructure existante pourrait contribuer à protéger la population contre certains risques considérés comme des problèmes de santé publique.

5.1.1 Méthode et approche

Ce chapitre se base sur l'analyse de documents de première importance : littérature scientifique canadienne et étrangère, sites Internet et rapports publiés par des organismes de santé publique internationaux. Pour de nombreuses raisons, y compris l'incertitude liée aux projections concernant les changements climatiques, la plus grande partie de la littérature actuelle ne propose que des possibilités de situations futures établies à partir de scénarios de changements climatiques donnés, fondés sur des simulations réalisées à l'aide de modèles du climat du globe. C'est pour cette raison que ce chapitre analyse les effets possibles des changements climatiques en s'appuyant sur les changements prévus au Canada selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007a, 2007b), en gardant à l'esprit le fait que les véritables conditions futures seront peut-être différentes. En particulier, il ne faut pas perdre de vue que les répercussions éventuelles des changements climatiques sur les maladies au Canada sont encore aux premiers stades de l'étude, et qu'il se peut que cette l'analyse n'englobe pas la gamme complète des risques possibles.

L'analyse se fonde sur l'état actuel des connaissances des effets du climat et des changements climatiques sur le risque de maladies endémiques au Canada, lorsqu'on dispose de telles données. Lorsque ces données n'existent pas, l'étude a examiné les effets possibles du climat et des changements climatiques sur le risque de maladie en se basant sur la compréhension actuelle de ces liens (réels ou possibles) acquise à partir d'études menées à l'étranger. Le risque que des maladies exotiques (actuellement absentes au Canada) s'implantent ici par suite des changements climatiques a été étudié, bien que, dans la mesure du possible, une distinction ait été établie entre les risques géographiquement proches et les risques plus éloignés.

L'étude couvre un vaste éventail de risques de maladies transmises par les aliments, l'eau, les vecteurs et les rongeurs, risques qui peuvent augmenter, diminuer ou apparaître avec les changements climatiques. L'établissement des priorités dans les mesures à prendre en matière d'efforts d'adaptation face à certains risques nécessitera une évaluation plus systématique de ceux-ci; l'étude au point 5.5 en proposant des mesures pour le processus d'adaptation, allant de l'évaluation du risque à la surveillance et à l'intervention. Tant que les priorités ne seront pas établies et que l'évaluation systématique du risque ne sera pas terminée, il faudra appliquer le principe de précaution pour minimiser les répercussions et fournir une protection générale contre le risque de maladies émergentes (Soskolne, 2004).

5.2 MALADIES D'ORIGINE ALIMENTAIRE ET HYDRIQUE

5.2.1 Maladies d'origine alimentaire

Les maladies d'origine alimentaire se définissent comme des affections de nature infectieuse, parasitaire ou toxique, contractées par l'ingestion d'aliments contaminés. Parmi les symptômes causés par les agents pathogènes trouvés dans les aliments, on compte ceux d'ordre gastro-intestinal (nausées, vomissements, diarrhées et douleurs abdominales) et neurologique (p. ex., le syndrome de Guillain-Barré, qui peut être causé par une infection à *Campylobacter*), la défaillance rénale aiguë, le syndrome hémolytique et urémique résultant d'une infection à *Escherichia coli* O157:H7, et les malformations congénitales occasionnées par une infection à *Toxoplasma gondii* (Centers for Disease Control (CDC), 2005b). Les agents pathogènes d'origine alimentaire les plus fréquents au Canada sont *Salmonella, Campylobacter* et *E. coli* (Agence de la santé publique du Canada (ASPC), 2003).

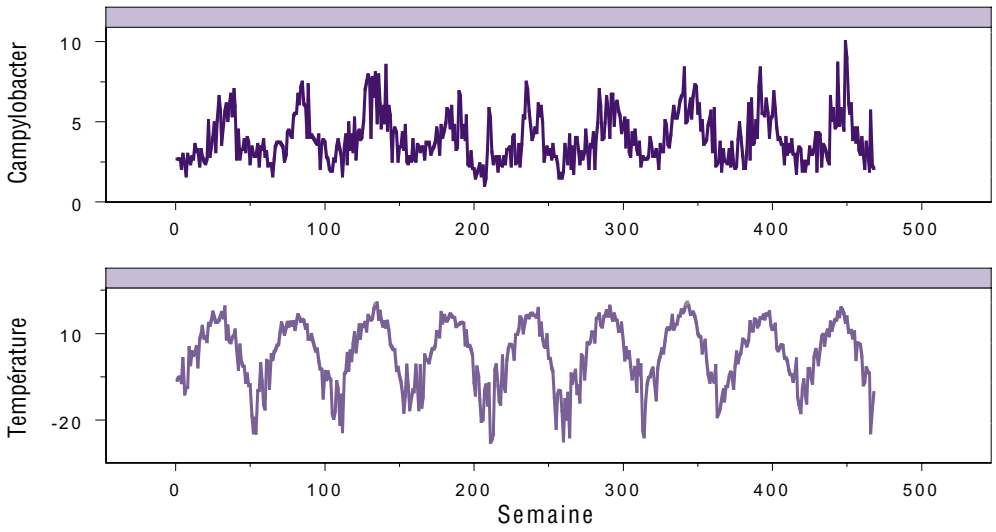
Les Canadiens comptent sur la salubrité des aliments qu'ils consomment. Beaucoup de mesures ont été mises en place pour assurer cette salubrité, à la ferme, pendant la récolte et la transformation, jusqu'au point de vente et de consommation. Le long de la chaîne de production alimentaire, il existe des maillons où ces mesures peuvent être vulnérables aux effets du climat. Par exemple :

- Les animaux d'élevage stressés par la température ou d'autres facteurs à la ferme ou pendant leur transport pourraient être plus sensibles à la maladie ou être les hôtes d'un plus grand nombre de bactéries et de virus dangereux (Keen et coll., 2003). Il pourrait en résulter une augmentation du risque de contamination locale, de même qu'une probabilité plus élevée de survie ou de réplication des agents pathogènes, qui pourraient aboutir à un accroissement du risque de contamination de la viande pendant sa transformation. Les animaux pourraient devoir recevoir des antimicrobiens, ce qui contribuerait à faire croître la résistance à ceux-ci; cette résistance pourrait ensuite rendre les infections des animaux, comme celles des humains, plus difficiles à traiter (Nicholls et coll., 2001; Danish Integrated Antimicrobial Resistance Monitoring and Research Programme, 2002; Organisation mondiale de la Santé (OMS), 2002).
- L'agriculture pourrait subir les effets des changements climatiques (McGinn et coll., 1999). Des changements environnementaux résultant d'une plus grande sécheresse, les mauvaises récoltes provenant d'une sécheresse ou d'une pluie abondante tombant au mauvais moment, et une perte de fertilité des sols pourraient entraîner une baisse de rendement, voire une perte totale de la production.
- Les changements d'origine climatique de la santé des populations d'animaux sauvages pourraient occasionner de nouveaux problèmes de sécurité biologique pour les agriculteurs canadiens, ce qui pourrait faire apparaître de nouveaux agents pathogènes dans les aliments.
- Les vagues de chaleur et les pannes d'électricité dues à une grande demande énergétique ou à des conditions météorologiques extrêmes pourraient causer une réfrigération pendant la transformation et l'entreposage des aliments, mettant en péril la salubrité des aliments.

Les infections d'origine alimentaire peuvent être associées à des aliments provenant d'animaux infectés ou ayant été contaminés directement par des excréments d'animaux ou de personne, ou indirectement par de l'eau contaminée (Rose et Slifko, 1992; Chin, 2000; Rose et coll., 2001; Hall et coll., 2002). Au Canada, les déclarations de maladies d'origine alimentaire atteignent un sommet en été (Isaacs et coll., 1998). La figure 5.1 montre la relation qui existe entre le nombre de cas hebdomadaires d'infection à Campylobacter et la température moyenne de l'air pour la semaine. Le taux de survie de la plupart des agents pathogènes entériques dans l'environnement et la température ambiante sont, jusqu'à un certain point, corrélés positivement (Hall et coll., 2002). De fait, beaucoup de maladies d'origine alimentaire montrent une forte saisonnalité dans la plupart des pays développés tempérés. L'augmentation semble être partiellement attribuable à une modification de certains comportements sociaux qui accroissent le risque de maladie d'origine alimentaire (p. ex., barbecues, pique-niques, camping) et de détérioration des aliments. Cependant, une portion de cette augmentation saisonnière est plus directement associée à une élévation de la température. Une récente étude menée au Canada a démontré un lien entre la température ambiante et la survenue des infections à *Salmonella,* à *Campylobacter* et à *E. coli* O157, qui dépasse nettement la tendance saisonnière. On a trouvé que le risque relatif de maladie augmentait de 1,2 à 6,0 % pour chaque degré Celsius au-dessus d'un certain seuil thermique statistique (Fleury et coll., 2006). Ces résultats concordaient avec ceux d'études réalisées en Australie et au Royaume-Uni (Bentham et Langford, 1995, 2001; D'Souza et coll., 2004; Kovats et coll., 2004a, 2004b).

Les changements climatiques pourraient influer sur le risque de maladies d'origine alimentaire de deux façons. Les étés plus longs allongent la période des comportements à risque accru, et les températures dépassant un certain seuil contribuent à faire augmenter l'incidence de la maladie. Il en résulte que, pendant la période de pointe d'incidence estivale, les cas de maladies d'origine alimentaire pourraient être plus nombreux et survenir sur une plus longue période. Avec les températures plus élevées causées par les changements climatiques, les pratiques de préparation des aliments à la maison et au restaurant devront probablement être modifiées pour prendre en compte le risque accru de détérioration et de contamination pendant les mois les plus chauds.

Figure 5.1 Profil saisonnier de la température moyenne et nombre de cas hebdomadaires d'infection à *Campylobacter* en Alberta par semaine, de la première semaine de janvier 1992 à la dernière semaine de décembre 2000



L'Arctique canadien connaît déjà des variations écologiques dues à un changement du climat. Le décalage des saisons (printemps hâtif, formation de la glace tardive et températures globales plus élevées) a des conséquences sur le mode de vie traditionnel, l'accessibilité des produits alimentaires trouvés dans la nature ainsi que la préparation des aliments et leur conservation. Certaines populations animales dont les Autochtones dépendent pourraient complètement disparaître en raison d'une perte d'habitat attribuable aux changements climatiques (Weller et Lange, 1999; Nuttall et coll., 2005). La préparation traditionnelle des aliments et leur conservation au froid dans le pergélisol ne seront peut-être plus possibles. Une température ambiante plus élevée dans l'Arctique pourrait favoriser certaines maladies d'origine alimentaire sensibles à la température, telles que la gastroentérite, l'empoisonnement par les phycotoxines paralysantes et le botulisme (Parkinson et Butler, 2005). Des éclosions de botulisme dans le Nord du Canada ont été associées à une modification des pratiques de préparation traditionnelles ou à leur application dans un climat inapproprié (Proulx et coll., 1997; Horn et coll., 2001). En outre, l'aire de répartition et la gamme d'animaux capables de transmettre des maladies à l'homme pourraient s'étendre; ces maladies pourraient notamment comprendre l'hydatidose, causée par des larves de cestodes infestant habituellement les ruminants et les canidés sauvages et domestiques. Les larves pourraient provoquer des infections dangereuses chez les peuples du Nord canadien qui chassent le gibier et élèvent des chiens (Rausch, 2003; Parkinson et Butler, 2005).

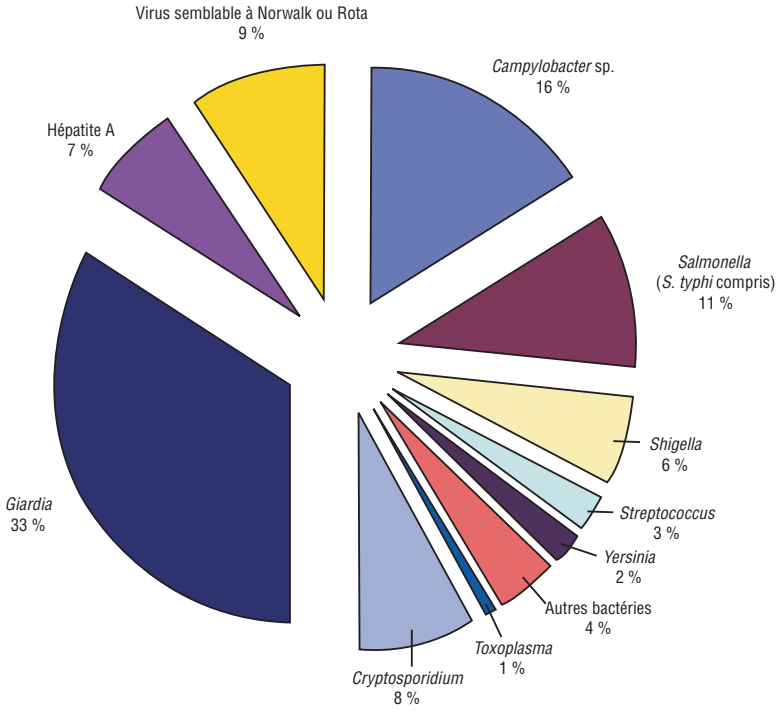
Parmi les autres risques encourus par les Canadiens habitant dans les zones côtières figurent ceux que posent les microalgues, des organismes constituant la base de la chaîne alimentaire marine, et les espèces produisant des toxines, qui peuvent gravement perturber le réseau alimentaire, entraîner la létalité chez les poissons et des intoxications chez l'homme par l'ingestion de poisson contaminé (CDC, 2005d; Peperzak, 2005). L'Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA) surveille les crustacés et les mollusques pour déceler les toxines à l'origine de plusieurs types d'empoisonnement provoquant des symptômes neurologiques ou gastro-intestinaux (ACIA, 2003). Au Canada, l'eutrophisation, soit l'apport excessif de nutriments dans un plan d'eau se soldant par une plus grande productivité, a entraîné dans certains plans d'eau la toxification des eaux douces et la présence d'algues toxiques qui peuvent menacer la santé de la population pendant la saison chaude (McCarthy et coll., 2001; Weise et coll., 2001). Des températures plus élevées auront des effets sur la distribution géographique et l'ampleur de certaines proliférations d'algues, et pourraient induire dans les océans des changements favorables à des espèces potentiellement dangereuses (Zingone et Enevoldsen, 2000).

5.2.2 Maladies d'origine hydrique

Les maladies d'origine hydrique résultent d'une exposition à des microorganismes pathogènes ou à des produits chimiques présents dans l'eau potable ou les eaux utilisées pour les activités récréatives. L'eau contaminée pénètre le plus souvent dans l'organisme par ingestion; toutefois, les contaminants de l'eau peuvent aussi être inhalés ou adsorbés, ou peuvent pénétrer dans le corps par les plaies ouvertes. La majorité des symptômes induits par les agents pathogènes d'origine hydrique sont d'ordre entérique (nausées, vomissements et diarrhées et, plus rarement, colites). D'autres symptômes peuvent cependant être d'ordre neurologique, cardiovasculaire, respiratoire (*Legionella*), oculaire (toxoplasmose), hématologique (septicémie causée par *E. coli* O157:H7) ou dermatologique (Payment et Pintar, 2006). Selon le type de contamination (générale ou particulière), non seulement la source d'exposition varie, mais également la durée de l'exposition, la courbe dose-réponse ainsi que le temps d'incubation et le moment de l'apparition de la maladie. Par exemple, la contamination par les microorganismes est généralement associée à une durée d'exposition plus courte, une apparition plus rapide de la maladie et un rapport dose-réponse moins élevé que la contamination chimique et radiologique.

Les agents pathogènes gastroentériques, comme *Giardia, Cryptosporidium, Campylobacter, Shigella* et *E. coli* producteur de vérotoxines, provoquent les maladies endémiques d'origine hydrique de loin les plus fréquentes au Canada, et les cas sont signalés et versés au Registre national des maladies à déclaration obligatoire (Charron et coll., 2004). Les éclosions de maladies d'origine hydrique survenues au Canada ont été associées à *E. coli* O157:H7, à *Campylobacter,* parfois à *Shigella* et à d'autres agents pathogènes (Levy et coll., 1998; Lee et coll., 2002; Oliver et coll., 2003; Charron et coll., 2004; Schuster et coll., 2005) (figure 5.2). On y a également signalé la présence du choléra; d'autres maladies, comme l'hépatite A, la leptospirose et la légionellose, peuvent aussi être considérées comme des maladies d'origine hydrique (Santé Canada, 2002; Charron et coll., 2004). Les agents pathogènes d'origine hydrique sont hébergés par un amalgame d'hôtes réservoirs constitués d'humains ainsi que d'animaux sauvages et domestiqués, et se propagent dans l'environnement par les déchets qui peuvent être directement répandus sur le sol, étendus à la suite d'une activité agricole ou disséminés par des fuites de fosses septiques ou de canalisations d'eaux usées. Les agents pathogènes contaminent l'eau de plusieurs manières, mais c'est le plus souvent l'écoulement de surface (ou le ruissellement des eaux pluviales en milieu urbain) qui est responsable du déversement des contaminants dans les ruisseaux, les rivières et les lacs, et qui peut les acheminer dans les eaux souterraines dans certaines conditions environnementales. On a établi un lien entre les conditions météorologiques et le nombre d'éclosions de maladies d'origine hydrique signalées au Canada (Hrudey et coll., 2003; Schuster et coll., 2005). L'eau de mer peut également être une source d'infection, comme on l'a vu dans la partie traitant des maladies d'origine alimentaire (section 5.2.1) ci-dessus. En 1997, *Vibrio parahaemolyticus,* un agent pathogène gastro-intestinal parfois responsable de l'infection des plaies ouvertes, a été associé à une éclosion attribuable à des huîtres crues ou mal cuites en Colombie-Britannique (Fyfe et coll., 1997). Il a aussi joué un rôle dans l'infection de plaies chez des personnes s'étant baignées dans les eaux bordant la côte Ouest du Canada (Todd, 1997).

Figure 5.2 Types d'agents pathogènes décelés dans les éclosions survenues au Canada de 1974 à 2001 (*n* = 150) (les autres bactéries comprennent *Aeromonas hydrophilia, Bacillus cereus, Enterobacter hafniae, E. coli* pathogène, *Pseudomonas* spp. et *Staphylococcus aureus*)



Les interventions sont principalement axées sur les risques majeurs et immédiats pour la santé de la population survenant après une exposition à des contaminants microbiologiques. Les risques de maladies causées par des contaminants chimiques trouvés dans l'eau on fait l'objet de plusieurs études au Canada, particulièrement concernant les nitrates dans les eaux souterraines (Arbuckle et coll., 1988; Levallois et coll., 1998, 2000; VanLeeuwen et coll., 1999; Thompson, 2001), les métaux (Bernier et coll., 1995; Mao et coll., 1995; Baldwin et coll., 1999; Eisler, 2004), les polluants organiques persistants (Chiu et coll., 2004) et les produits pharmaceutiques (Ternes et coll., 1999; Metcalfe et coll., 2003). La contamination radiologique d'origine hydrique peut également se produire, généralement en provenance d'un rayonnement de fond naturel. Les directives concernant l'eau potable au Canada tiennent compte du fait que la contribution de la contamination radiologique et chimique à travers l'eau potable ne représente qu'une fraction infime de l'exposition totale (Santé Canada, 2004). A ce jour, aucune maladie n'a été associée à la contamination chimique de l'eau potable au Canada. Des travaux de recherche sont menés de manière continue afin d'étudier les effets possibles des contaminants chimiques sur la santé et de déterminer l'efficacité des techniques actuelles de traitement de l'eau et des eaux usées. Les constats de recherche servent à informer le processus d'établissement des Recommandations pour la qualité de l'eau potable au Canada par le comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable et contribue à la gestion de la qualité de l'eau au Canada.

Il existe plusieurs mécanismes par lesquels les températures plus élevées et l'augmentation de la variation des précipitations induites par les changements climatiques pourront vraisemblablement modifier le risque de maladies entériques d'origine hydrique. L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des précipitations tend à accentuer l'écoulement de surface et l'érosion, et à faire augmenter le nombre d'inondations, ce qui peut entraîner des plus hauts niveaux de turbidité et un plus grand nombre de pathogènes pouvant contaminer les sources d'eau souterraine vulnérables et celles de surface et ainsi entraîner une baisse de l'efficacité du traitement de l'eau potable. Des éclosions de maladies d'origine hydrique survenues au Canada ont été associées à des précipitations abondantes, à la fonte printanière, à la fonte des neiges et aux inondations (Bowie et coll., 1997; Charron et coll., 2004; Schuster et coll., 2005; Thomas et coll., 2006). En mai 2001, de très fortes pluies ont provoqué la contamination des eaux souterraines et contribué à une éclosion d'infections à *E. coli* O157:H7 à Walkerton, y faisant 2 300 malades et sept morts (Auld et coll., 2004). Curriero et coll. (2001) ont quantifié la relation entre les précipitations et les éclosions de maladies d'origine hydrique (entériques) aux États-Unis. Leurs résultats ont indiqué que 51 % des 548 éclosions signalées avaient été précédées par des épisodes de précipitation dont l'accumulation mensuelle était supérieure au 90^{e} centile (P = 0,002), et 68 % d'entre elles précédées d'épisodes supérieurs au 80^{e} centile (P = 0,001). Une étude menée au Canada par Thomas et coll. (2006) a montré que, si le total des précipitations accumulées pendant les six semaines précédant l'éclosion était supérieur au 93^{e} centile, le risque d'une éclosion doublait. Des pluies abondantes entraînant une inondation peuvent aussi être à l'origine d'une contamination chimique. Des menaces de contamination chimique après une inondation ont déjà été signalées, mais les répercussions sur la santé ont été moins bien décrites (Wing et coll., 2002; Euripidou et Murray, 2004).

La sécheresse accentue la demande en eau à des moments où le niveau des sources d'approvisionnement en eau est déjà considérablement abaissé et que celles-ci sont vulnérables. L'eau devient concentrée en agents pathogènes et en contaminants chimiques et radiologiques, ce qui a des conséquences pour les mesures d'hygiène étant donné les restrictions imposées relatives à l'utilisation de l'eau. De plus, de fortes pluies suivant une sécheresse peuvent mener à des épisodes d'inondations et donc faire croître le risque de contamination

de l'eau (Charron et coll., 2004). Les températures ambiantes élevées tendent à être associées à une amélioration de la survie et de l'abondance des microorganismes, et donc à une augmentation du risque d'infections d'origine hydrique. Thomas et coll. (2006) ont montré que chaque degré Celsius d'élévation de température du cumul maximal de degrés-jours sur une période de six semaines augmentait le risque relatif d'épidémie de maladie d'origine hydrique de 1,007 fois. Bien que ce risque est moindre pour chaque degré-jour, les répercussions pratiques sont importantes : par exemple, une augmentation du risque d'épidémie de plus que quatre fois s'ensuivrait d'une augmentation de 5 °C de la température maximale quotidienne pour un intervalle de 42 jours.

On a déjà observé des modifications dans le transport des contaminants conséquemment aux changements climatiques, particulièrement dans l'Arctique, en raison de la fonte du pergélisol (Macdonald et coll., 2005). Martin et coll. (2005) ont montré que 30 % de la population inuite du Nunavik ne dispose, pour sa consommation, que d'une eau non traitée provenant des rivières et des lacs en été, et de la neige ou de la glace fondue en hiver et au printemps. Cette population est donc l'objet d'un risque accru de maladies d'origine hydrique avec le réchauffement du climat; de fait, on y observe déjà un taux de maladies plus élevé que dans le reste de la population du Québec. Par ailleurs, on craint aussi que l'érosion des berges et les inondations résultant d'une élévation du niveau de la mer ne causent une contamination des aquifères advenant une fuite provenant de sites d'enfouissement de déchets chimiques. La hausse du niveau de la mer pourrait obliger les Canadiens des agglomérations côtières à se déplacer, ce qui risque de perturber temporairement l'approvisionnement en eau. En outre, l'intrusion d'eau de mer dans les sources d'approvisionnement en eau pourra forcer à trouver d'autres sources d'eau douce.

Il y a des indications que les variables climatiques influent sur le risque de maladies d'origine hydrique au Canada. La façon dont le climat modifiera les conditions et favorisera ainsi l'apparition de nouvelles maladies au Canada ou la réapparition de maladies éradiquées est aussi une préoccupation. La leptospirose et le choléra sont deux maladies d'origine hydrique émergentes d'intérêt pour le Canada. On a établi une corrélation entre, d'une part, les pics épidémiques de la leptospirose chez les animaux et, d'autre part, des niveaux de précipitation élevés et des fins d'été et des automnes chauds et humides dans l'est du Canada (Vinetz et coll., 1996). Au pays, on considère que cette maladie est rare, mais on en a peut-être sous-estimé la fréquence (Levesque et coll., 1995). Il est possible que les hivers doux et l'élévation des températures soient à l'origine d'une meilleure survie des leptospires dans les eaux stagnantes de bien des régions du Canada, ce qui pourrait contribuer à faire augmenter le risque d'exposition pendant la baignade (Jansen et coll., 2005). Cette maladie figure parmi les quelques rares susceptibles de réapparaître dans le monde entier avec les changements climatiques (Epstein et coll., 1995; Koelle et coll., 2005) et d'avoir des conséquences pour les Canadiens vivant ici ou à l'étranger. Le choléra en est un autre exemple; il s'agit d'une entérite aiguë causée par la bactérie *Vibrio cholerae.* Cette maladie, extrêmement rare et non endémique au Canada, se décèle parfois chez des Canadiens ayant séjourné dans des régions où elle est endémique (ASPC, 2007a). Au Canada, elle a été fréquente jusqu'à la fin du 19^{e} siècle, mais les risques qu'elle redevienne endémique sont minimes en raison des installations sanitaires modernes et des mesures d'hygiène publique; le microorganisme causal est toutefois présent sur la côte est des États-Unis et la côte du golfe du Mexique, sur et dans des algues bleues ainsi que des copépodes (puces d'eau), et peut-être dans des crustacés et mollusques (Huq et coll., 2001). Un réchauffement des eaux côtières des Maritimes et du Québec pourrait donc favoriser une propagation de *V. cholerae* vers le nord.

5.3 MALADIES TRANSMISES PAR DES VECTEURS ET DES RONGEURS

En 2001, Kovats et coll. (2001) sont arrivés à la conclusion que la littérature publiée jusqu'alors ne présentait aucune indication solide de l'existence des effets provoqués par les changements climatiques des récentes décennies sur les maladies à transmission vectorielle. À l'époque, les préoccupations concernant les répercussions des changements climatiques sur le risque de maladies à transmission vectorielle étaient fondées sur l'évidence peu abondante et souvent conjecturale (Githeko et coll., 2000). Toutefois, des études plus récentes corroborent davantage le fait que les changements climatiques ont déjà une incidence sur certains risques de maladies à transmission vectorielle, et ces changements pourraient avoir une plus grande incidence sur la santé humaine à l'avenir (McMichael et coll., 2004; Purse et coll., 2005).

5.3.1 Maladie du virus du Nil occidental et autres maladies transmises par les moustiques

En Amérique du Nord, les moustiques et certaines tiques hébergent plusieurs virus zoonotiques qui peuvent induire une maladie chez l'homme. Parmi ces virus figurent le virus du Nil occidental, le virus de l'encéphalite de Saint-Louis, et ceux de l'encéphalite équine de l'Est et de l'Ouest. La plupart des personnes infectées par ces pathogènes peuvent ne pas présenter de symptômes; chez ceux qui en éprouvent, ils sont au début souvent semblables à ceux d'une légère grippe et progressent parfois vers une encéphalite grave (inflammation du cerveau) qui peut entraîner la mort (Pepperell et coll., 2003).

Arthropodes et arbovirus

Les arthropodes font partie de l'embranchement des Arthropoda, qui comprennent des animaux familiers comme les araignées, les insectes, les centipèdes et les millipèdes, de même que des vecteurs de maladies tels que les moustiques et les tiques. Les arbovirus (contraction de *arthropod-borne viruses*) sont des virus qui se répliquent à l'intérieur d'arthropodes, lesquels les propagent.

La maladie induite par le virus du Nil occidental est une maladie transmise par les moustiques, introduite au Canada en 2001 par des oiseaux migrateurs (Pepperell et coll., 2003), qui s'est propagée dans tout le pays, à l'exception de la Colombie-Britannique, de Terre-Neuve-et-Labrador, du Yukon, du Nunavut et des Territoires du Nord-Ouest. Plus de 1 800 cas humains ont été signalés au pays de 2002 à 2005, dont 46 se sont soldés par le décès du malade. Les effets à long terme de la maladie sont peu connus; certaines personnes ayant eu des symptômes graves guérissent complètement, alors que d'autres connaissent des problèmes neurologiques persistants (ASPC, 2006). Les cas se concentrent dans un certain nombre de régions urbaines et semi-urbaines du sud du Québec et de l'Ontario, et chez les populations rurales des Prairies (Pepperell et coll., 2003; Gaulin et coll., 2004; Manitoba Health, 2007). Il existe une corrélation entre les éclosions et la présence ainsi que l'abondance des espèces de moustiques principalement responsables de la propagation de la maladie et de sa transmission aux humains.

L'écologie, le développement, le comportement et la survie des arthropodes vecteurs ainsi que la dynamique de la transmission des arbovirus sont fortement conditionnés par des facteurs climatiques (Reiter, 2001). La température détermine, d'une part, si un

Courtoisie de Organisation mondiale de la Santé

arthropode parvient à compléter son cycle de vie et la rapidité avec laquelle il le fera ainsi que sa survie à l'état d'adulte, et, d'autre part, si les virus se répliquent et migrent de l'intestin aux glandes salivaires du moustique assez rapidement pour permettre au vecteur de transmette l'infection avant de mourir – la « période d'incubation extrinsèque » (Randolph, 1998). Beaucoup d'arbovirus causent chez les animaux des maladies qui peuvent se transmettre aux humains. Les virus sont transmis aux humains par l'intermédiaire de vecteurs « ponts », soit des espèces qui se nourrissent à la surface de l'animal hôte et des humains (CDC, 2003; Turell et coll., 2003). Le Canada se situe actuellement à la limite nord de la zone de transmission efficace de la plupart des arbovirus, si bien que les éclosions ont plutôt tendance à y être rares et à survenir à la fin de l'été.

Le cycle de vie du moustique et la transmission de l'agent pathogène dépendent de la température. Des températures estivales plus élevées accéléreraient le cycle de vie des moustiques, ce qui pourrait allonger la saison de transmission (Patz et Reisen, 2001) et agrandir l'aire de répartition géographique des moustiques vecteurs. Toutes ces conditions feraient croître les risques de réplication du virus et de transmission à l'homme. En particulier, des hivers doux et des vagues de chaleur pourraient être favorables au virus du Nil occidental alors que dans certaines parties du monde, les sécheresses pourraient favoriser sa transmission (Epstein, 2001a). Des hivers doux favoriseraient la survie du moustique *Culex* femelle au cours de l'hiver, et des conditions de sécheresse pourraient également provoquer l'attroupement d'oiseaux autour des plans d'eau s'asséchant, ce qui pourrait accélérer localement le cycle de propagation des virus (Epstein, 2001b; Epstein et Defilippo, 2001).

À l'instar du virus du Nil occidental, celui de l'encéphalite de Saint-Louis passe au cours de son cycle des oiseaux sauvages aux moustiques ayant une prédilection pour les oiseaux (*Culex* spp.), et il est parfois transmis à l'homme par des moustiques infectés. Moins de 50 cas d'infection au virus de l'encéphalite de Saint-Louis sont habituellement signalés chaque année aux États-Unis; toutefois, des éclosions d'envergure touchant des centaines de personnes infectées surviennent périodiquement, surtout dans les états du Midwest et du sud-est (CDC, 2006a). Au Canada, les seules épidémies d'encéphalite de Saint-Louis de grande ampleur sont survenues en 1975 et en 1976 dans le sud de l'Ontario; elles étaient vraisemblablement liées à une épidémie touchant le Midwest des États-Unis (Spence et coll., 1977). Des épidémies d'encéphalite de Saint-Louis sont survenues aux États-Unis aussi récemment qu'en 2001 (Jones et coll., 2002).

On s'attend à ce que les changements climatiques modifient la distribution de l'encéphalite de Saint-Louis en Amérique du Nord, ce qui pourrait mettre fin au cycle endémique de la maladie dans le sud-ouest des États-Unis. En effet, la hausse des températures prévue pour cette région ne le favoriserait pas. Une dissémination du virus vers le nord, c'est-à-dire au Canada, serait possible (Reeves et coll., 1994).

Les virus de l'encéphalite équine de l'Est et de l'Ouest peuvent infecter l'humain. Des épizooties (éclosions parmi les populations d'animaux) sporadiques d'encéphalite équine de l'Est se sont manifestées en Ontario et au Québec, tandis que celle de l'Ouest a été signalée à travers le pays, à partir du lac Supérieur jusqu'aux montagnes Rocheuses et en Colombie-Britannique (Artsob, 1986; Keane et Little, 1987; Carman et coll., 1995; Duncan et coll., 1998; Leighton, 2000). Des éclosions d'encéphalite équine de l'Ouest (qui touche le plus souvent le cheval) sont apparues chaque décennie depuis 1930 au

Canada. Les cas d'encéphalite équine de l'Ouest chez l'homme sont heureusement rares de nos jours et ne dégénèrent qu'occasionnellement en grave maladie. Des cas sporadiques sont signalés, le plus souvent au début juin ou juillet (Leighton, 2000). À l'opposé, l'encéphalite équine de l'Est peut être grave chez l'homme chez qui elle est associée à un taux de mortalité clinique avoisinant les 33 % et à des possibilités de séquelles débilitantes à long terme chez de nombreux survivants (Leighton, 2000; CDC, 2005c). Au Canada, on n'a pas observé de cas indigènes de cette maladie.

Presque tous les ans, la transmission de l'encéphalite équine de l'Ouest est observée, à un taux faible, dans les zones rurales de l'ouest. Le cycle de maintenance du virus comprend principalement des oiseaux et Cx. tarsalis, et des infections humaines et équines se déclarant hors du cycle de maintenance, ce qui entraîne un petit nombre de cas sporadiques (Hayes, 1981; Tsai et Monath, 1987). Cependant, tous les cinq à dix ans, pour des raisons mal comprises, la transmission du virus dans le cycle de maintenance est plus importante, et provoque une épidémie chez l'homme et une épizootie chez le cheval. Les éclosions ont souvent touché de grandes régions de l'ouest des États-Unis et du Canada. En 1941, le Canada comptait plus de 3 400 cas humains qui étaient associés à un taux d'attaque de 167 par 100 000 habitants et mettaient en cause les populations des états des plaines du Nord et des provinces du Manitoba, de l'Alberta et de la Saskatchewan (Leake, 1941). La plus récente épidémie, en 1975, est apparue dans la vallée de la rivière Rouge et comprenait 277 cas signalés chez l'homme et 281 chez le cheval (Potter et coll., 1977; Leech et coll., 1981).

Les principaux vecteurs des virus de l'encéphalite équine de l'Ouest et de l'Est sont endémiques dans certaines régions du Canada. Il se peut que les températures actuelles au pays soient généralement trop basses pour que le virus de l'encéphalite équine de l'Est se réplique dans ces vecteurs, si bien que le cycle de transmission pourrait persister (Reeves et coll., 1994), mais on ne sait pas jusqu'à quel point la maladie est endémique au Canada (ou si elle connaît seulement une expansion intermittente dans le pays). Le réchauffement dû aux changements climatiques pourrait être favorable à une propagation locale du virus, comme on le prédit pour d'autres arbovirus (Patz et coll., 1998). Des éclosions d'encéphalite équine de l'Est ont été associées à des étés chauds et humides sur la côte est des États-Unis (Freier, 1993). Les fortes pluies pourraient contribuer à l'augmentation de la population de vecteurs et à l'accélération de l'apparition d'éclosions de maladies transmises par les moustiques; de fait, l'éclosion d'encéphalite équine de l'Ouest de la vallée de la rivière Rouge en 1975 a été précédée d'une grave inondation (Nasci et Moore, 1998).

Il est probable que les organismes de santé publique canadiens ne soient pas encore prêts à répondre de manière ciblée aux risques pour la santé posés par l'encéphalite de Saint-Louis ainsi que par l'encéphalite équine de l'Est et de l'Ouest. Comme ces maladies sont rares au pays, il est fréquent qu'elles ne soient pas prises en considération au moment du diagnostic différentiel. Toutefois, un diagnostic sérologique des cas cliniques d'encéphalite humaine au Canada, dont on suspecte le virus du Nil occidental d'être la cause, est réalisé la plupart du temps au Laboratoire national de microbiologie, à Winnipeg, où l'on soumet de façon routinière les échantillons à un test de détection de l'encéphalite de Saint-Louis, des encéphalites équines de l'Est et de l'Ouest, et de l'infection par le virus du Nil occidental. Par conséquent, on pourrait s'attendre à ce que la présence de ces virus au Canada soit révélée par la survenue de cas humains. Par contre, la lutte contre le virus du Nil occidental repose sur la surveillance de la présence d'infections chez les animaux sentinelles et dans les populations de vecteurs, ce qui permet un contrôle, avant même l'apparition de cas chez l'homme (ASPC, 2007b).

Actuellement, ce type de surveillance n'existe pas pour l'encéphalite de Saint-Louis et les encéphalites équines de l'Est et de l'Ouest.

Il est possible qu'un pays éloigné soit à l'origine de l'introduction d'une maladie à transmission vectorielle, comme le prouve l'épidémie d'infections au virus du Nil occidental en Amérique du Nord (voir l'exposé sur l'importation de maladies exotiques à la partie 5.3.4). Certaines maladies, notamment l'infection par le virus du Nil, pourraient devenir endémiques au Canada s'il y existait des communautés propices d'animaux réservoirs et d'arthropodes vecteurs. Le fait que des maladies à transmission vectorielle d'importance mondiale, telles que la dengue et le paludisme, puissent apparaître au Canada à mesure que le climat se réchauffe est particulièrement préoccupant.

La dengue, une infection arbovirale, est endémique dans la majeure partie du globe. Plus de 2,5 milliards de personnes vivent dans des régions endémiques et sont à risque. On estime l'incidence de cette maladie à plus de 50 millions de cas par an (CDC, 2006a). La présence du principal vecteur transmettant la dengue à l'homme, *Aedes aegypti,* est inhabituelle au Canada; on le trouve cependant dans le sud des États-Unis. Un autre moustique, *Ae. albopictus,* qui peut transmettre le virus de la dengue et d'autres arbovirus aux humains, a été introduit par accident dans le sud des États-Unis au début des années 1980 (Reiter, 1998; O'Meara et coll., 1995). Il s'est propagé dans tout le sud-est des États-Unis et vers le nord jusqu'au Wisconsin. On a émis l'hypothèse que les changements climatiques pourraient favoriser une dissémination plus grande de *Ae. albopictusalbopictus,* ce qui pourrait avoir des conséquences pour le Canada. Cependant, certaines évaluations de l'impact des changements climatiques sur les risques de dengue et de paludisme se contredisent, notamment parce que ces maladies sont transmises la plupart du temps entre humains par des moustiques, plutôt que par d'autres animaux sauvages comme dans le cas de l'infection au virus du Nil occidental et de l'encéphalite de Saint-Louis. Par exemple, Patz et coll. (1998) soutiennent que le risque de dengue est susceptible de s'accroître considérablement avec les changements climatiques parce que l'élévation des températures est favorable au cycle de transmission de la maladie. Par contre, selon Rogers and Randolph (2000), divers facteurs pourraient limiter les effets des changements climatiques. En outre, Reiter (2001) est arrivé à la conclusion qu'il n'est pas raisonnable de se servir du climat pour prédire l'évolution des profils de la dengue et du paludisme, car ceux-ci dépendent plus fortement de facteurs humains. Pour que des cas humains de dengue apparaissent au Canada, il faudrait que certains des moustiques *Ae. albopictus* introduits soient infectés par le virus et vivent dans des conditions climatiques optimales pour la transmission. Jusqu'à présent, on ne dispose pas d'assez de données pour évaluer la possibilité d'une implantation de la dengue au pays.

L'Organisation mondiale de la Santé estime que plus de 300 millions de cas aigus de paludisme, une maladie causée par le parasite *Plasmodium* spp., sont dénombrés chaque année à l'échelle mondiale et se soldent par au moins un million de décès. Du 17e siècle au début du 20e, le paludisme était endémique dans certaines régions du sud-est du Canada. Il est possible que des travailleurs immigrants souffrant d'une infection permanente aient introduit la maladie, qui a alors été perpétuée au Canada par des vecteurs endémiques. Le paludisme est éradiqué depuis longtemps (Zucker, 1996), probablement grâce à des traitements appropriés, à l'élimination des sites de reproduction des moustiques, à l'utilisation de moustiquaires aux fenêtres, et à la diminution de l'incidence du paludisme en Europe durant le 19e siècle (MacLean et Ward, 1999).

On prévoit que les changements climatiques planétaires seront responsables d'un changement des zones où la dengue et le paludisme sont endémiques (Rogers et Randolph, 2000; Sutherst, 2004), quoique l'ampleur et l'emplacement d'une extension font encore l'objet de vives discussions (Rogers et Randolph, 2006). Les changements de la distribution et de la gravité mondiales de certaines maladies à transmission vectorielle pourraient avoir d'importantes répercussions sur la santé des voyageurs canadiens ainsi que sur la demande au Canada de diagnostics et traitements spécialisés. L'augmentation mondiale du paludisme endémique, la résistance accrue aux anti-malariques et l'accroissement important des déplacements à l'échelle de la planète se sont traduits par l'importation de milliers de cas de paludisme en Europe et en Amérique du Nord chaque année, dont un petit nombre donne naissance à une transmission par des moustiques indigènes (Fayer, 2000). Les déplacements entre le Canada et les régions endémiques pourraient aussi être à l'origine d'une introduction de l'agent pathogène au pays et d'une transmission locale dans les régions où sont présents des vecteurs compétents et où le climat est favorable. Cette situation pourrait poser de nouveaux risques pour la santé aux Canadiens voyageant à l'étranger, car ils pourraient être exposés à de nouveaux foyers endémiques.

5.3.2 Maladie de Lyme et autres zoonoses transmises par les tiques

La maladie de Lyme (aussi appelée borréliose de Lyme) est une infection bactérienne qui provoque une éruption cutanée, de l'arthrite chronique, des troubles du système nerveux et une faiblesse générale. L'agent causal est la bactérie *Borrelia burgdorferi.* Les tiques transmettent l'infection quand elles se fixent à la peau pour se nourrir de sang. La maladie de Lyme est une zoonose; les tiques transmettent *B. burgdorferi* d'un animal sauvage hôte à un autre (surtout des rongeurs). Cependant, comme elles ne choisissent pas leur hôte par sélection, les tiques peuvent se nourrir du sang d'humains et les infecter avec la bactérie. L'homme, ne faisant pas partie du cycle de transmission de *B. burgdorferi,* constitue une impasse.

Ixodes scapularis, la tique à pattes noires ou tique du chevreuil, est le vecteur le plus fréquent en Amérique du Nord, à l'exception de la côte ouest où il s'agit d'*I. pacificus,* une tique apparentée. Des études ont montrées que le cycle de vie de *I. scapularis* dépend de la température, et que des températures plus élevées raccourcissent son cycle de vie et améliore sa survie (Ogden et coll., 2004, 2005a). *I. pacificus* est répandue en Colombie-Britannique, et il se peut que sa distribution ne soit pas beaucoup modifiée par le climat, même si sa présence pourrait devenir plus fréquente dans le

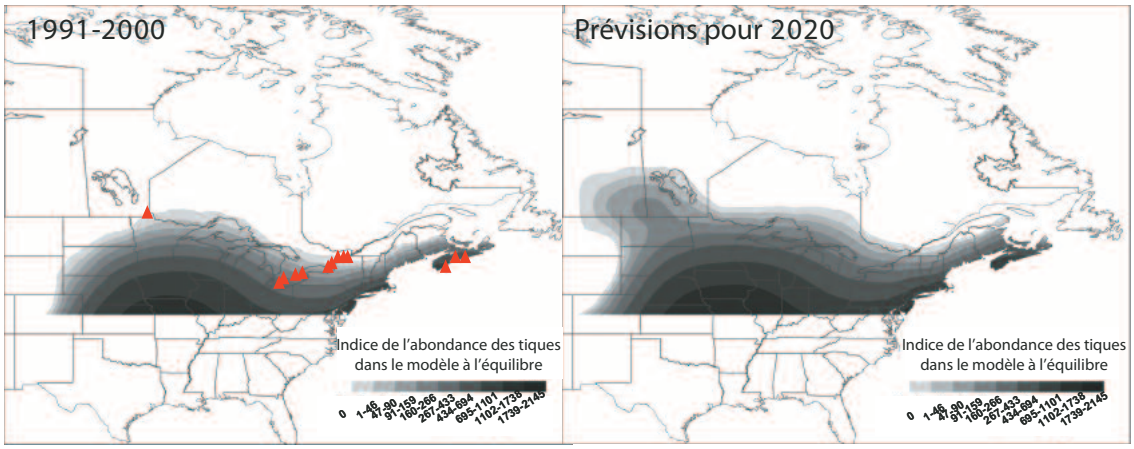
Nord canadien et aux altitudes plus hautes, comme on l'a observé en Europe pour des tiques apparentées (Lindgren et coll., 2000). La tique *I. scapularis* est répandue dans l'est et le centre-nord des États-Unis. La population de tiques et l'incidence de la maladie de Lyme continuent d'augmenter, ce qui entraîne un plus grand nombre de cas, particulièrement dans le nord-est et centre-nord des États-Unis où le taux d'incidence de la maladie est le plus élevé et les populations sont les plus denses (Steere et coll., 2004). La maladie de Lyme représente la maladie à transmission vectorielle la plus fréquente aux États-Unis, jusqu'à 20 000 cas étant signalés chaque année (CDC, 2004).

Il existe des populations résidentes d'*I. scapularis* au Canada. Jusqu'en 1991, il n'y en avait qu'une de connue, celle de Long Point, sur la rive nord du lac Érié (Lindsay et coll., 1998). Depuis, le nombre de populations a atteint 13, y compris celles du sud-est du Manitoba, du sud de l'Ontario et du sud-est de la Nouvelle-Écosse (Barker et Lindsay, 2000; Ogden et coll., 2005a; L.R. Lindsay, communication personnelle). D'autres populations présumées font actuellement l'objet d'études. La surveillance des vecteurs au cours des 17 dernières années a permis de déceler la présence de tiques *I. scapularis* (presque toutes à l'état adulte) dans les zones les plus densément peuplées du Canada, de la Saskatchewan vers l'est, bien au-delà des populations résidentes connues (Ogden et coll., 2006a). On croit que la plupart de ces tiques se sont propagées à partir de populations résidentes du Canada et des États-Unis par l'intermédiaire d'oiseaux migrateurs (Ogden et coll., 2006a).

Il est probable que les oiseaux migrateurs favorisent la propagation des tiques dans le sud-est du Canada (Klich et coll., 1996; Smith et coll., 1996; Morshed et coll., 1999; Scott et coll., 2001). Énormément d'oiseaux quittant leurs aires d'hivernage méridionales pour migrer vers le nord traversent chaque année le sud-est du Canada. La migration printanière coïncide avec la période d'activité saisonnière des nymphes d'*I. scapularis* dans leurs « sources » aux États-Unis et au Canada (Smith et coll., 1996). De nombreuses espèces d'oiseaux s'arrêtent pour se nourrir dans des habitats densément peuplés par *I. scapularis.* Les nymphes peuvent alors se fixer aux oiseaux et être transportées sur une distance pouvant aller jusqu'à 800 km avant de quitter leur hôte (Scott et coll., 2001; Marra et coll., 2005). Les tiques peuvent ainsi être disséminées sur de grandes distances en dépit des gigantesques obstacles géographiques, tels que les Grands Lacs et les terres agricoles très exploitées du sud de l'Ontario et du Québec, qui auraient empêché leur propagation par des hôtes mammifères.

Les changements climatiques pourraient modifier le risque de maladie de Lyme au Canada. Les températures ambiantes plus élevées ont pour effet de raccourcir le cycle de vie des tiques, créent des conditions plus favorables à la recherche d'hôtes et améliorent leur survie (Ogden et coll., 2004, 2005a). Cet état de choses pourrait faire croître les probabilités d'établissement au Canada de nouvelles populations de tiques apportées par des oiseaux migrateurs. Par conséquent, les changements climatiques pourraient contribuer à créer d'autres foyers endémiques de zoonoses transmises par les tiques, comme la maladie de Lyme, au-delà de l'actuelle limite nord de leur aire de répartition (Ogden et coll., 2006b) (figure 5.3).

Figure 5.3 Les résultats de la simulation par modèle indiquent que les populations d'*Ixodes scapularis* au Canada (triangles rouges) sont à la limite de la température favorable à la survie de la tique. La température pourrait constituer un facteur important limitant l'extension vers le nord de l'aire de répartition d'*I. scapularis* mais, avec les changements climatiques projetés, on s'attend à une modification rapide de cette répartition



Source : Ogden et coll., 2006b.

La borréliose de Lyme pose un risque en Colombie-Britannique, car *I. pacificus,* la tique vectrice de la maladie de Lyme dans l'ouest de l'Amérique du Nord présente déjà une distribution géographique étendue (British Columbia Centre for Disease Control, résultats non publiés). Bien que la tique vectorielle soit répandue dans l'ouest, l'efficacité de transmission de la maladie de Lyme est moindre que dans l'est du Canada. Cette situation s'explique par les différences écologiques entre les tiques, comme la saisonnalité et le choix de l'hôte.

I. scapularis et *I. pacificus* sont aussi des vecteurs de *Babesia microti* (l'agent pathogène causant la babésiose humaine), et d'*Anaplasma phagocytophilum* (l'agent de l'anaplasmose granulocytaire humaine). Comme *A. phagocytophilum, B. microti* et *B. burgdorferi* partagent les mêmes réservoirs (rongeurs) et vecteurs (tiques), la co-infection chez l'homme, à savoir la présence simultanée de la babésiose humaine et de la maladie de Lyme, pourrait avoir lieu dans les régions endémiques. Chez les patients ayant simultanément les deux maladies, on a signalé que les symptômes étaient plus graves et que la maladie durait plus longtemps que pour chacune survenant séparément (Krause et coll., 1996).

Plusieurs autres infections transmissibles par *I. scapularis* et d'autres espèces de tiques en Amérique du Nord pourraient aussi faire en sorte que les changements climatiques aient des conséquences sur les risques pour la santé humaine (Tableau 5.1). Parmi ces infections figurent les rickettsioses comme la fièvre pourprée des montagnes Rocheuses (*Rickettsia rickettsii*), l'anaplasmose granulocytaire humaine (*A. phagocytophilum*) et la fièvre Q (*Coxiella burnetii*) ainsi que les maladies virales transmises par les tiques (par exemple, l'encéphalite de Powassan), qui sont déjà présentes au Canada (Calisher, 1994).

Table 5.1 Maladies transmissibles par *Ixodes scapularis* et d'autres espèces de tiques en Amérique du Nord

Maladie	Vecteur	Symptômes	Répartition au Canada
Agents pathogènes transmis par les tiques connus pour être endémiques au Canada			
Maladie de Lyme *(Borrelia burgdorferi)*	Tique à pattes noires ou tique à chevreuil (*I. scapularis* ou *I. pacificus*).	Éruptions cutanées, arthrite chronique, troubles du système nerveux et épuisement. A causé la paralysie chez des enfants.	Ont., N.-É. et vers l'est jusqu'en Sask. *I. pacificus* trouvée en C.-B.
Fièvre pourprée des montagnes Rocheuses *(Rickettsia rickettsii)*	Tique d'Anderson (*Dermacentor andersoni*) et tique américaine du chien (*D. variabilis*).	Fièvre modérée à forte, lésions cutanées locales ou étendues. Peut être mortelle en l'absence de traitement.	Cas humains en C.-B., Alb., Sask. et Ont.
Tularémie *(Francisella tularensis)*	Tique américaine du chien (*Dermacentor variabilis,* tique d'Anderson (*D. andersoni*), tique à pattes noires (*Ixodes scapularis*), autres.	Ulcères cutanés, lymphadénite, pneumonie, parfois mortelle, mais peut causer un léger malaise et aussi de la fièvre.	Répandue, mais bon nombre des infections humaines sont contractées par des voies de transmission autres que les tiques.
Anaplasmose granulocytaire humaine (HGA) (*Anaplasma phagocytophilum*)	Tique à pattes noires (*Ixodes scapularis*).	Maladie légère et fébrile, mais susceptibilité accrue aux infections secondaires. Peut être mortelle.	Possiblement dans tous les endroits au Canada où les tiques sont endémiques.
Fièvre Q (*Coxiella burnetii*)	Généralement par une exposition à des tissus animaux infectés ou consommation de lait non pasteurisé. Les cas résultant d'une morsure de tique sont rares.	Environ 50 % des personnes infectées présentent des symptômes allant du léger syndrome grippal à la pneumonie et à l'hépatite. Est parfois mortelle.	Répandue chez le bétail.
Encéphalite de Powassan	Tique d'Anderson (*Dermacentor andersoni*); tique de la marmotte (*Ixodes cookei*) (les I. marxi et I.spinipalpus sont vectrices d'une variante du virus Powassan); tique à pattes noires (*I. scapularis*).	Symptômes allant de la fièvre légère et du syndrome grippal à l'encéphalite. Parfois mortelle, cause des troubles neurologiques à long terme.	Répartition spatio-temporelle très sporadique. Répandue dans l'hémisphère Nord, quelques infections humaines en Ontario, dans les Prairies et aux États-Unis.
Agents pathogènes transmis par les tiques connus pour être endémiques dans le Nord-Est des États-Unis, mais pas au Canada			
Babésiose humaine (*Babesia microti*)	Tique à pattes noires (*Ixodes scapularis*).	Forte fièvre, syndrome pseudo-grippal, parfois avec ictère. Symptômes graves (insuffisance cardiaque congestive, insuffisance rénale, syndrome de détresse respiratoire aiguë). Issue généralement fatale chez les individus immunodéprimés.	

On s'attend à ce que les changements climatiques augmentent le risque posé par les maladies associées à la tique *I. scapularis* (p. ex., la maladie de Lyme). On ne connaît pas encore la portée des effets qu'il pourrait avoir sur le risque d'autres maladies transmises par les tiques, et ce sujet n'a pas encore été étudié; actuellement, il n'existe d'ailleurs pas d'infrastructure visant à déceler les changements avant la survenue de cas de maladie chez l'homme. Les impacts des agents pathogènes transmis par les tiques pourraient être aggravés par l'infection de sang utilisé pour des transfusions (Cable et Leiby, 2003), comme dans le cas du virus du Nil occidental (Vamvakas et coll., 2006).

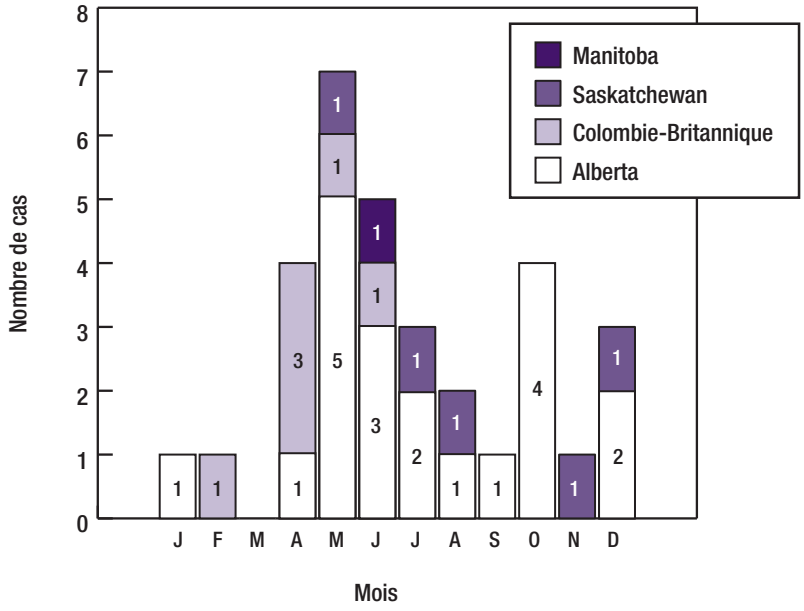
5.3.3 Maladies transmises par des rongeurs

Parmi les animaux sauvages, ce sont les rongeurs qui hébergent le plus souvent des zoonoses (Gubler et coll., 2001). Ils constituent les principaux réservoirs de zoonoses transmises par des tiques (comme on l'a indiqué à la section 5.3.2), mais sont également l'hôte de maladies transmises lors de contacts étroits avec des humains, soit par l'intermédiaire de puces soit directement sans passer par des tiques ou insectes vecteurs. Les maladies transmises par les rongeurs sont traitées ici parce qu'elles présentent des risques environnementaux pour la santé qui peuvent varier selon le climat et éventuellement être influencés par les changements climatiques. Par exemple, des hivers plus chauds et des pluies plus abondantes risquent d'accroître la survie des rongeurs; l'abondance des rongeurs servant de réservoirs de la maladie peut ainsi augmenter dans certaines régions (Lewellen et Vessey, 1998). Des phénomènes météorologiques extrêmes, tels qu'une forte chute de pluie accompagnée d'inondations, peuvent amplifier la probabilité que des humains entrent en contact avec des rongeurs, leurs puces ainsi que leurs déjections et leur urine potentiellement infectieuses (Gubler et coll., 2001; Karande et coll., 2003). D'autres hôtes parmi les animaux sauvages peuvent être d'importants réservoirs de zoonoses, mais leurs rôles n'ont pas été bien étudiés au Canada et en général. Des maladies transmises par les rongeurs comme l'infection à hantavirus, la leptospirose (qui est aussi d'origine hydrique; voir la section 5.2.2), la bartonellose et la peste sont fort probablement très répandues dans bien des populations de rongeurs au Canada. La peste et l'infection à hantavirus sont des maladies à déclaration obligatoire à l'échelle nationale, ce qui permet de savoir que ces infections sont rares chez l'homme, probablement parce que les contacts entre rongeurs et humains sont peu fréquents. La leptospirose et la bartonellose ne sont pas des maladies à déclaration obligatoire, de sorte que leur incidence au Canada n'est pas connue, et donc peut-être sous-estimée (Levesque et coll., 1995; Jardine et coll., 2005). En outre, d'autres animaux domestiques et sauvages peuvent servir de réservoirs aux deux maladies, et les cas de maladies humaines peuvent ne pas être facilement attribués aux seuls rongeurs. Même si ces maladies sont rares dans la population canadienne, elles demeurent préoccupantes parce qu'elles peuvent toutes causer des troubles graves chez l'homme, et que certaines peuvent être mortelles (Gubler et coll., 2001; Boulouis et coll., 2005).

Les hantavirus causent des infections chez les rongeurs sauvages et les mammifères insectivores et peuvent provoquer un syndrome pulmonaire à hantavirus, qui se manifeste d'abord par une fièvre, suivie d'un œdème pulmonaire aigu et d'un état de choc. Il n'existe aucun traitement spécifique de ce syndrome, et le taux de mortalité chez les personnes atteintes s'élève à 38 % au Canada (Drebot et coll., 2000). Les humains contractent l'infection par contact avec des rongeurs infectés ou avec leurs excréments, en particulier l'urine ou les déjections aérosolisées (Weir, 2005). Trente-six cas

ont été signalés au Canada entre 1989 et 2001, ou deux à huit cas par année (Drebot et coll., 2000). Les cas semblent confinés aux provinces de l'ouest (Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan et Manitoba), et un cas a été déclaré au Québec (Weir, 2005). Comme on trouve des souris infectées dans tout le Canada, il y a lieu de croire que le risque de syndrome pulmonaire à hantavirus s'étend à l'ensemble du pays (Drebot et coll., 2000). Au Canada, les cas humains surviennent en général au printemps et à la fin de l'automne (figure 5.4), peut-être à cause de facteurs liés aux comportements des humains et des rongeurs qui accroissent le risque d'exposition.

Figure 5.4 Distribution saisonnière des cas de syndrome pulmonaire à hantavirus signalés au Canada entre 1989 et 1999



Source : Drebot et coll., 2000.

La survenue du syndrome pulmonaire à hantavirus a été associée à un accroissement considérable des populations de rongeurs favorisé par les conditions climatiques et écologiques (Wenzel, 1994; Glass et coll., 2000). Des hivers doux et des périodes de sécheresse suivies de pluies abondantes semblent faire augmenter de façon marquée les populations de rongeurs et le risque de maladies (Mills et Childs, 1998; Hjelle et Glass, 2000). Tout comme dans le cas d'autres maladies transmises par les rongeurs (p. ex., peste, maladie de Lyme), le risque de syndrome pulmonaire à hantavirus peut progresser lorsque les changements climatiques créent des conditions propices aux populations de rongeurs. Des souris infectées ont été découvertes dans toutes les provinces et tous les territoires, sauf en Nouvelle-Écosse, à l'Île-du-Prince-Édouard et au Yukon (Drebot et coll., 2000).

La peste est une maladie infectieuse causée par le bacille *Yersinia pestis.* Ce dernier survit chez les rongeurs et est transmis d'un rongeur à l'autre par des puces. C'est à la suite de morsures d'une puce infectée que les humains contractent le plus souvent l'infection. Chez les humains, la peste se manifeste sous trois formes, bubonique, septicémique et pneumonique, qui comportent toutes un taux élevé de létalité si elles ne sont pas traitées. *Y. pestis* survit dans des populations de rongeurs sauvages du sud de l'Alberta et de la Saskatchewan (Leighton et coll., 2001) et dans l'ouest américain (Cheney, 1998). Bien qu'aucun cas humain de peste n'ait été signalé au Canada depuis 1924, l'Organisation mondiale de la Santé fait état de 1 000 à 3 000 cas dans le monde chaque année. Au cours des dernières décennies, de 10 à 15 personnes par année, environ, ont été infectées par le bacille de la peste en Californie et ailleurs dans le sud-ouest

des É.-U. (CDC, 2005a). Des changements dans l'utilisation des terres et le climat (surtout liés au phénomène océanique El Niño-Oscillation australe (ENSO) ont été associés à une augmentation de la peste aux É.-U. dans les années 1980 et 1990 (Parmenter et coll., 1999). L'urbanisation rapide dans les zones d'endémicité a accru la probabilité de contacts entre humains et rongeurs et de transmission des infections (Duplantier et coll., 2005). Un lien étroit a été établi entre les fortes pluies liées au phénomène ENSO en 1993 et la hausse du nombre de cas humains de peste, ce facteur ayant facilité l'approvisionnement en nourriture et la survie hivernale des rongeurs, et donc leur prolifération (Parmenter et coll., 1999). Des effets similaires dus à l'élévation des températures maximales quotidiennes l'été, à la suite de fortes pluies hivernales une à deux années auparavant, ont également été avancés comme hypothèse (Enscore et coll., 2002).

Les liens entre le climat et les maladies transmises par les rongeurs décrits ici ne sont que des exemples, mais l'éventail des zoonoses qui sont hébergées par les animaux sauvages et qui peuvent être influencés par le climat et les changements climatiques est beaucoup plus large (Bengis et coll., 2004).

5.3.4 Importation de maladies exotiques

À l'ère de la mondialisation, le Canada doit élargir sa vision des effets des changements climatiques sur la santé et adopter une perspective internationale, voire planétaire. L'émergence d'un marché mondial, l'hypermobilité des biens, des capitaux et des personnes, la popularité accrue des voyages internationaux et l'accès à des techniques de communication instantanée ont un profond retentissement sur la santé au Canada et à l'étranger (Labonté et Schrecker, 2006). Les vecteurs de maladies peuvent voyager en bateau, en avion et dans les valises; les pathogènes d'origine alimentaire sont, quant à eux, transportés par des aliments importés, et les humains eux-mêmes peuvent être porteurs de pathogènes. Dans tous les cas, la vitesse avec laquelle les agents responsables de maladies exotiques se déplacent sur la planète, finissant par atteindre le Canada, est un problème clé, comme l'a démontré l'épidémie d'infection par le virus du Nil occidental en Amérique du Nord. On croit que le virus du Nil occidental a été importé en Amérique du Nord par un moustique infecté qui est arrivé à New York à bord d'un avion en provenance du Moyen-Orient (Glaser, 2004). En l'espace de quatre ans, cette endémie a gagné presque tout le continent. Les autorités sanitaires et agricoles surveillent actuellement les dangers connus pour la santé dont peuvent être porteurs les voyageurs ainsi que les animaux et les aliments importés. Par suite des changements climatiques, les tendances épidémiologiques chez les animaux et les humains peuvent varier dans le monde, modifiant le profil de risque pour la santé à l'échelle du globe (McMichael et coll., 2003). On prévoit que les changements climatiques auront des répercussions importantes sur l'agriculture, les marchés et les transports en Afrique et dans certaines parties de l'Asie, ainsi que de graves conséquences sur la santé dans ces régions (United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs (U.K. DEFRA), 2005; Field, 2005). Des milliers de personnes pourraient être déplacées, et les partenaires commerciaux du Canada pourraient être touchés, ce qui pourrait avoir des retombées au pays. Les voyageurs canadiens qui ramènent chez eux des maladies provenant de régions du monde où elles sont endémiques imposent déjà un fardeau aux systèmes de santé locaux. Les conséquences de ces changements mondiaux du risque de maladie pour la santé des Canadiens et le secteur des soins de santé ne sont pas encore bien comprises. Les autorités chargées de surveiller, de contrer et de traiter les maladies suivent déjà les changements immédiats qui influent sur les risques sur la santé dans la population canadienne. Il est plus rare cependant qu'on intègre les changements futurs de risque liés à la variation des conditions climatiques dans les processus de planification afin de déterminer les niveaux et réponses dont on aura besoin, ou les actions qui peuvent être prises.

La population du Canada est très diversifiée, et bien des gens voyagent un peu partout dans le monde pour des raisons familiales, pour des vacances ou par affaires. Ce mouvement de masse, qui s'ajoute à l'immigration et au déploiement du personnel militaire, accroît le risque qu'une personne soit exposée à des maladies dans un pays et puis les transmette à d'autres à des milliers

de kilomètres de la source originale de l'infection. Par exemple, on estime que le risque que court un voyageur de contracter une maladie d'origine alimentaire varie entre 20 et 50 %, selon la destination (Käferstein et coll., 1997). Plusieurs centaines de cas de paludisme sont importés au Canada chaque année, les taux d'importation culminant lorsqu'il y a des épidémies ailleurs (MacLean et coll., 2004). Aux É.-U., 61 % des cas de choléra sont attribués aux voyages internationaux (Käferstein et coll., 1997; Steinberg et coll., 2001) et, au Canada, presque tous les cas sont importés (ASPC, 2005b). Les autorités de santé publique à tous les niveaux diffusent de l'information aux voyageurs sur les risques pour la santé à l'étranger et préconisent des mesures de protection. Il faudra peut-être changer le moment de diffusion et le contenu de ces messages d'intérêt public pour tenir compte des variations dans les tendances géographiques et saisonnières des maladies exotiques induites par les changements climatiques (ASPC, 2000).

Les maladies exotiques peuvent être difficiles à diagnostiquer par les médecins qui connaissent mal leurs symptômes d'appel ou les antécédents de voyage des patients. L'éclosion de syndrome respiratoire aigu sévère (SRAS) en Ontario et en Colombie-Britannique en 2003 a fait ressortir les problèmes créés par un agent infectieux inconnu. Les leçons tirées de cette expérience permettront au Canada de faire face aux crises futures en santé publique (ASPC, 2005a). Depuis 2003, les professionnels de la santé et les professionnels de la santé publique ont beaucoup appris sur la façon de lutter contre des maladies importées très infectieuses. La meilleure méthode de lutte est d'informer, si possible, les voyageurs avant qu'ils risquent d'être exposés et de recommander les vaccins ou les médicaments appropriés afin de prévenir les maladies.

5.3.5 Principales lacunes dans les connaissances

Les suivantes sont parmi les lacunes mises au jour dans le cadre du présent examen de même que dans des études antérieures.

Capacité

- il faudra adopter des approches interdisciplinaires pour régler les problèmes complexes liés à la recherche sur les maladies transmises par les aliments, l'eau, les vecteurs et les rongeurs et sur les changements climatiques;
- il faudra initier les chercheurs à ces approches interdisciplinaires;
- des réseaux de recherche établissant des liens entre ce noyau relativement limité de chercheurs sont essentiels pour réunir la masse critique nécessaire afin de mener à bien ces recherches; et
- une expertise technique spécialisée est nécessaire pour renforcer la capacité de réponse.

Recherche

- la connaissance de l'écologie de la maladie (de sa source environnementale au cas humain), notamment de l'écologie des hôtes et des vecteurs, est nécessaire pour qu'on puisse savoir où et comment un changement des conditions climatiques peut modifier les dangers que présentent ces maladies;

- les effets du climat et des changements climatiques sur l'hydrologie des bassins versants et d'autres sources d'eau (p. ex., puits privés, plages, eau estuarienne) et sur la contamination de l'eau;
- les effets des changements climatiques sur les maladies, en particulier les maladies à transmission vectorielle, qui ne sont pas encore présentes au Canada mais sont proches géographiquement et sur les maladies exotiques transmises par des vecteurs qui peuvent être importés accidentellement et au cours de voyages;
- les effets du climat et des changements climatiques sur la transmission des pathogènes chez les animaux d'élevage et au cours de la transformation des aliments, ainsi que sur les risques pour la santé associés à l'importation d'aliments et de bétail;
- les effets des changements climatiques sur la relation entre les facteurs liés aux individus, aux populations, aux écosystèmes et aux infrastructures dans le cadre de la vulnérabilité aux maladies infectieuses;
- la compréhension de l'écologie des zoonoses chez un plus grand nombre d'animaux sauvages servant d'hôtes, tels que les mammifères marins et les ongulés sauvages; et
- la modification des comportements en vue de réduire la vulnérabilité aux maladies d'origine alimentaire, notamment en ce qui concerne les préférences culturelles, sociales et sociétales et les normes relatives à la manipulation et à la transformation des aliments.

Dénombrement des risques actuels de maladies

Il faut davantage de quantification détaillée des maladies infectieuses qui touchent, ou pourraient toucher, la population canadienne. Par exemple, on ne connaît pas le fardeau de la maladie associée aux pathogènes d'origine hydrique au Canada, surtout parce qu'il est difficile d'en retracer la source; les infections gastro-intestinales peuvent être transmises d'une personne à l'autre, ainsi que par l'eau et les aliments (Mead et coll., 1999), et la recherche de la source des cas endémiques n'est pas systématique. Il n'y a peut-être qu'une infection gastro-intestinale sur 300 qui est déclarée (Majowicz et coll., 2004), ce qui limite grandement les estimations relatives au fardeau de la maladie. Si l'on voulait caractériser les effets des changements climatiques sur le risque, il serait difficile de prédire quelles populations humaines sont à risque, car on connaît encore mal la distribution géographique des zoonoses chez les animaux sauvages et celle des vecteurs.

Évaluation des systèmes de surveillance

Il faut évaluer dans quelle mesure les systèmes de surveillance permettent de détecter les changements significatifs du taux et de la distribution géographique des pathogènes chez l'homme et dans d'importantes espèces sentinelles non humaines. Lors de la conférence nationale de concertation sur la maladie de Lyme, en 2006, les participants ont indiqué que les définitions de cas actuelles aux fins de la surveillance, qui reposent sur les connaissances du moment des zones d'endémicité, pourraient nous empêcher de délimiter les nouvelles zones d'endémicité susceptibles de voir le jour par suite des changements climatiques.

Mise sur pied de systèmes d'alerte

Il faudra améliorer les liens entre la surveillance des pathogènes et l'information météorologique lorsque le climat est un indicateur d'un problème de santé potentiel. Il est urgent de développer les connaissances concernant les répercussions des phénomènes météorologiques extrêmes sur l'infrastructure de santé publique et sur la vulnérabilité aux éclosions de maladies infectieuses afin de pouvoir mettre sur pied des systèmes d'alerte. Par exemple, les chutes de pluies abondantes peuvent contribuer à la contamination des sources d'approvisionnement en eau tout en fournissant des gîtes larvaires aux moustiques.

5.4 ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES : ÉVALUATION DU RISQUE, SURVEILLANCE, INTERVENTION ET ADAPTATION

Les systèmes de santé et de santé publique protègent déjà le public contre de nombreux risques de maladies par divers moyens : détermination des risques et surveillance, interventions, diagnostic des infections et traitement des personnes infectées et infectieuses. Nous avons passé en revue les connaissances actuelles sur les effets potentiels des changements climatiques sur les risques de maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs. Toutefois, l'ampleur des effets des changements climatiques sur les risques pour la santé et le défi que ces derniers posent pour les systèmes de santé et de santé publique existants devront être examinés plus en profondeur.

La présente analyse reflète les connaissances de l'efficacité des mesures offertes actuellement pour aider les personnes à réduire leur exposition aux risques, à atténuer et à gérer ces risques et pour assurer un diagnostic et un traitement adéquats. Afin de réduire le plus possible l'augmentation potentielle de ces risques, il faut prendre les mesures suivantes :

- déterminer les données de base sur la survenue des maladies infectieuses et le fardeau qui y est associé;
- effectuer une évaluation globale du risque afin de prioriser les menaces pour la santé publique pour les interventions; et
- pour l'adaptation, suivre une approche axée sur la consultation, qui comporte notamment :
  - une surveillance accrue
  - une intervention ciblée.

5.4.1 Évaluation du risque

Une évaluation du risque comprend quatre éléments qui permettent d'estimer la probabilité et la gravité du risque : l'identification des dangers; l'évaluation de l'exposition; l'évaluation du rapport dose-réponse ou la caractérisation des risques; et la caractérisation du risque (Coleman et Marks, 1999). Les méthodes d'évaluation du risque sont utilisées pour prioriser les risques et dangers et faciliter l'élaboration de politiques (Gibson et coll., 1998).

Le vaste survol des risques potentiels pour la santé associés aux changements climatiques que nous avons présenté ici constitue la première étape d'une stratégie rationnelle de préparation face à ces risques. Il faut cependant effectuer une évaluation du risque beaucoup plus large et systématique afin de déterminer les mesures prioritaires. L'analyse décisionnelle à critères multiples (ADCM) est une façon de structurer les multiples décisions à prendre, la collecte d'information sur laquelle reposent ces décisions et les nombreuses questions qu'il faut souvent se poser. C'est un type d'analyse de plus en plus utilisé pour faciliter la prise de décision en santé environnementale (Linkov et coll., 2006). L'ADCM est un moyen utile de préciser les nombreuses décisions et réponses possibles que comporte l'évaluation du risque à l'échelle du pays. Elle établit un mécanisme explicite pour l'identification des critères de sélection et de classement, l'évaluation de ces critères en fonction des besoins et des

objectifs des différents intervenants et l'analyse et le classement en fonction de tous les critères et facteurs de pondération. Dans le contexte des changements climatiques, les critères de sélection et de classement des risques de maladie sont probablement nombreux, par exemple :

- Pathogénicité : on devrait peut-être porter une attention particulière aux agents plus pathogènes ou mortels.
- Nombre estimatif de cas et taux d'incidence : la fréquence actuelle ou potentielle de certaines maladies peut influer sur la priorité qu'on leur accorde.
- Probabilité que les risques deviennent réalité. La conviction que les changements climatiques causeront un changement dans le risque ou favoriseront l'apparition d'un nouveau risque peut varier selon les pathogènes; et.
- Immédiateté du risque : certains risques de maladie peuvent être plus imminents à cause de leur proximité géographique par rapport aux populations canadiennes à risque ou parce qu'ils sont susceptibles d'être influencés les premiers par les changements climatiques.

C'est un énorme défi pour la santé publique que de comprendre les facteurs climatiques qui influent sur les tendances épidémiologiques actuelles, et ainsi de pouvoir prédire les effets des changements climatiques et de s'appuyer sur ces renseignements pour évaluer le risque. On a préconisé l'utilisation de modèles de simulation axés sur le processus qui se fondent sur une connaissance de l'écologie des vecteurs et des microparasites pathogènes pour prévoir leur survenue dans le temps et l'espace (Kurtenbach et coll., 2006). De tels modèles ont déjà été mis au point pour certains pathogènes entériques et à transmission vectorielle (Bigras-Poulin et coll., 2004; Ogden et coll., 2005a, 2007). Lorsqu'on ne dispose pas de données détaillées sur l'écologie des vecteurs et des microorganismes, on peut utiliser des modèles statistiques qui illustrent les associations entre l'incidence de maladies et les variables climatiques pour prédire ou estimer les effets des changements climatiques (Fleury et coll., 2006; Thomas et coll., 2006). Dans l'un ou l'autre cas, cependant, les chercheurs n'en sont qu'aux premières tentatives en ce qui concerne la collecte de l'information requise pour effectuer des projections globales de toute la gamme de risques de maladies infectieuses qui pourraient être liées aux changements climatiques au Canada.

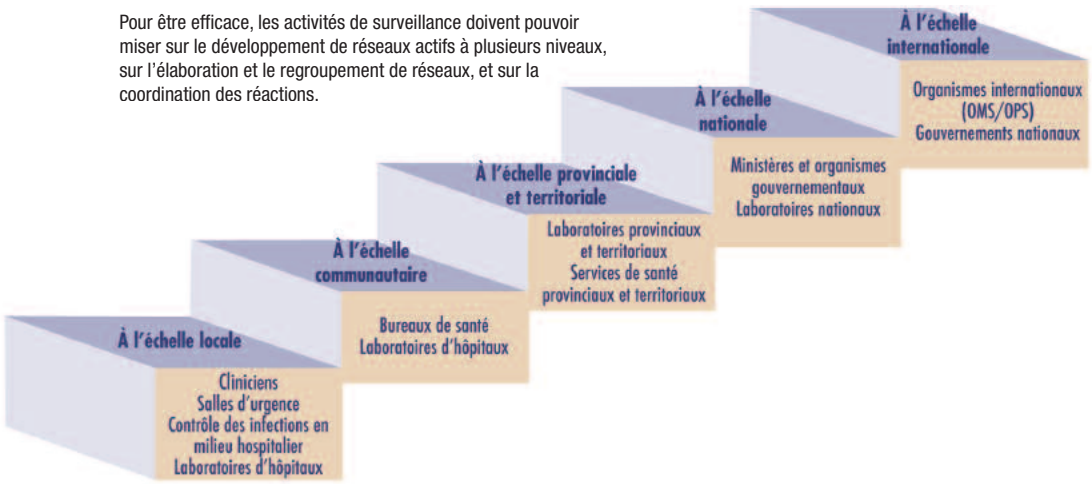
Une fois que les principaux critères de sélection ont été déterminés, on doit les pondérer en fonction de l'importance accordée à chacun par des intervenants représentatifs de la population canadienne. Par exemple, comparativement aux sources d'approvisionnement en eau en milieu urbain, les systèmes de traitement de l'eau plus petits ou en milieu rural n'ont pas, en général, la même capacité de résister ni les mêmes systèmes auxiliaires; leur base fiscale pour investir de larges sommes et leur accès aux soins de santé diffèrent également. En plus de ces risques communautaires, certains groupes sont exposés à des facteurs de risque individuels de maladies transmises par l'eau et les aliments, notamment les jeunes, les personnes âgées et les sujets immunodéprimés (Rosenberg et coll., 1997). Certains Canadiens sont plus vulnérables que d'autres aux maladies transmises par les moustiques ou les tiques à cause de leur âge ou de leur état de santé, de leurs activités professionnelles ou de loisir à l'extérieur ou parce qu'ils vivent dans des zones où abondent les tiques ou les moustiques. Au nombre des groupes à risque figurent les amateurs de plein air et les membres des communautés autochtones, en particulier ceux qui ont conservé les modes de subsistance traditionnels. Les communautés de l'Arctique peuvent être menacées par des maladies à transmission vectorielle, car le climat se réchauffe rapidement dans le Nord (Berner et coll., 2005).

5.4.2 Surveillance

Une fois que les principaux risques pour la santé ont été identifiés et priorisés, la prochaine étape consiste à déterminer si les systèmes de surveillance (i) sont capable de détecter rapidement les changements dans les tendances épidémiologiques et les risques émergents, et (ii) permettent de déclencher des interventions appropriées pour lutter contre les risques de maladies, encore une fois dans un court délai.

Au Canada, la surveillance des maladies, qui consistait autrefois à enregistrer les événements passés, cherche maintenant de façon plus active et plus anticipative à déceler le plus tôt possible les dangers pour la santé. Pour être efficace, une telle approche nécessite la collaboration de professionnels de la santé et de leurs alliés à tous les paliers de gouvernement, de même qu'à l'échelle internationale (figure 5.5). La surveillance doit être jumelée de façon plus étroite à l'intervention et, pour tous les programmes de surveillance, il doit y avoir une boucle de rétroaction à chaque niveau. Par exemple, les individus et les unités de santé publique peuvent ne pas déclarer une maladie à moins qu'ils n'en voient l'avantage ou les répercussions plus importantes sur la santé. Les services de santé locaux, provinciaux et fédéraux tiennent tous des registres de données sanitaires sur certaines maladies, infections, sur les hospitalisations et les blessures, alors que l'Organisation mondiale de la Santé suit l'évolution de données comparables à l'échelle mondiale. Ces données, recueillies lors de l'enregistrement des événements à mesure qu'ils surviennent, permettent d'exercer une surveillance passive, et elles peuvent être complétées par des programmes de surveillance active qui recueillent des données sur des problèmes de santé particuliers (p. ex., infections émergentes) (Pinner et coll., 2003). La création de l'Agence de la santé publique du Canada représente une étape majeure dans l'amélioration de la surveillance et du contrôle des maladies infectieuses au Canada, et le site Maladies à déclaration obligatoire en direct ainsi que le *Relevé des maladies transmissibles au Canada* donnent accès à de l'information sur les rapports de cas et les résultats de la surveillance des maladies infectieuses.

Figure 5.5 Cadre efficace de surveillance



Nota : P-T, provincial et territorial; OMS, Organisation mondiale de la Santé; OPS, Organisation panaméricaine de la santé.

Source : Charron et Sockett, 2005.

En plus du suivi de chacune des maladies humaines, un certain nombre d'autres activités de surveillance peuvent aider à déterminer les risques de maladie et à déclencher des interventions. Il s'agit entre autres de la surveillance des zoonoses (maladies transmissibles de l'animal à l'humain) chez les animaux sentinelles et les populations de vecteurs. Par exemple, les autorités sanitaires canadiennes surveillent systématiquement l'activité du virus du Nil occidental chez les oiseaux et les moustiques afin de mesurer les risques pour la santé humaine (ASPC, 2006). Un retour en force de la leptospirose chez les chiens domestiques au Canada peut être à la fois le signal d'une augmentation du risque de transmission de la maladie par des animaux sauvages aux humains et une source intrinsèque potentielle de transmission (Hrinivitch et Prescott, 1997; Carmichael, 1999; Kalin et coll., 1999; Prescott et coll., 1999; Warshawsky et coll., 2000; Prescott et coll., 2002). Des recherches ont également été entreprises pour clarifier la façon dont les tendances relatives aux médicaments en vente libre (p. ex., antidiarrhéiques) peuvent aider à déceler les maladies d'origine hydrique dans les collectivités (Edge et coll., 2004). Les journaux sont eux aussi un outil utile pour surveiller les problèmes de santé associés aux phénomènes météorologiques extrêmes (Soskolne et coll., 2004). De tels systèmes parallèles de surveillance deviendront probablement plus importants à cause des changements dans l'environnement mondial à une époque où chacun se bat pour obtenir l'accès à des ressources limitées. Les collectivités locales peuvent également fournir des renseignements utiles qui ne sont pas habituellement recueillis par les seules activités de surveillance de la santé. Ces sources sont d'une importance particulière lorsqu'on étudie les répercussions des conditions météorologiques et climatiques sur la santé. Par exemple, chez les Premières nations, les aînés peuvent apporter des points de vue pertinents concernant les changements qui surviennent dans leur collectivité et leur environnement (MacKinnon, 2005). Les agriculteurs peuvent comprendre l'importance des tendances météorologiques et fournir des indications intéressantes relativement aux effets sur la santé. De même, les chasseurs et les pêcheurs peuvent observer dans la santé des espèces sauvages des changements qui posent un risque pour la santé humaine (Sang et coll., 2004).

Pour adapter les systèmes de surveillance à l'augmentation ou à la modification des risques pour la santé dues aux changements climatiques, il faudra faire preuve de créativité dans la mise au point des nouvelles méthodes de surveillance et utiliser intelligemment les méthodes existantes et nouvelles. La sélection des méthodes de surveillance se fera par l'ADCM et mobilisera un vaste éventail d'intervenants. Dans le contexte des changements climatiques, les systèmes de surveillance doivent être dynamiques et capables d'intervenir en réponse à des changements observés ou à des prévisions issues de modèles de simulation ou de modèles statistiques. Dans l'un ou l'autre cas, la capacité croissante de coupler ce système avec les systèmes d'information géographique, fournit de puissants moyens pour diriger et rationaliser les activités de surveillance une fois qu'elles seront élaborées.

5.4.3 Intervention et adaptation

Les infrastructures canadiennes des soins de santé et de la santé publique évoluent depuis bien des années, et de multiples façons, en vue de réduire les risques pour la santé associés aux conditions météorologiques et climatiques. Les provinces ont confié aux médecins hygiénistes l'autorité d'émettre des avis d'ébullition d'eau lorsque celle-ci n'est pas potable; le gouvernement fédéral administre un centre de mesures et d'interventions d'urgence; et diverses organisations non gouvernementales offrent des services d'éducation populaire et d'action communautaire dans une gamme de domaines connexes. Les Canadiens sont donc en général bien protégés contre les risques actuels pour la santé liés aux conditions météorologiques et climatiques. Par exemple, pendant les inondations ou les épisodes de pluie à fort impact, on présume en général que les eaux de surface sont contaminées et que les puits sont compromis, et on émet des avis d'ébullition d'eau. Dernièrement, au Canada, un avis a été émis en novembre 2006 pour le district régional de Vancouver en Colombie-Britannique. Une forte tempête avait causé une turbidité extrêmement importante dans les réservoirs des systèmes et, par précaution, un avis a été émis et est demeuré

en vigueur pendant 12 jours (CBC News, 2006). Une situation similaire s'est produite dans la vallée de la rivière Rouge, dans le sud-est du Manitoba, à la suite de l'inondation de 1997; cette inondation n'a pas directement entraîné de perte de vies, mais a causé des dommages matériels et l'évacuation de 28 000 personnes (Burn et Goel, 2001).

Maladies d'origine hydrique et alimentaire

Les systèmes en place pour aider à gérer les maladies existantes transmises par l'eau et les aliments constituent une base pour faire face aux nouveaux problèmes de santé transmis par les aliments et l'eau qui résultent des changements climatiques. En général, les méthodes de lutte contre les maladies d'origine hydrique et alimentaire sont bien établies. Au nombre des principaux aspects de la lutte contre la contamination microbienne de l'eau potable figure une approche multi-barrières, qui met l'accent sur la protection des eaux d'approvisionnement et des techniques de traitement de l'eau propres à chaque site comportant des systèmes auxiliaires intégrés (initiatives de-la-source-au-robinet). Les règlements existants touchant le traitement de l'eau et la transformation des aliments (p. ex., analyse des risques et point de contrôle critique) pourraient tout aussi s'appliquer pour faire face aux changements climatiques. En outre, bon nombre des mesures déjà en place pour réduire les risques pour la santé liés aux conditions météorologiques (p. ex., avertissements de temps violent, avis d'ébullition, monitoring et surveillance, protection civile) continueront de protéger contre les mêmes risques dans un nouveau climat. Toutefois, ces systèmes n'englobent pas tout. Par exemple, il est encore impossible de calculer le fardeau de la maladie associé aux maladies d'origine hydrique à cause de la façon dont les données actuelles sont recueillies et communiquées. Aussi, des éclosions de maladies d'origine alimentaire surviennent encore malgré tous ces systèmes, par exemple l'éclosion associée à des épinards frais de 2006 (CDC, 2006b). De plus, comme le climat continuera de changer, certains de ces systèmes pourront atteindre ou dépasser la limite de leur efficacité.

Lorsqu'on évalue la capacité des systèmes de traitement de l'eau potable à faire face aux nouveaux défis associés aux changements climatiques, un certain nombre de critères doivent être examinés, notamment la conception, la redondance, la résistance et l'entretien. L'infrastructure et les procédés sont conçus en fonction d'un seuil maximal basé sur des données climatiques historiques. À mesure que les chutes de pluie s'intensifieront et deviendront plus fréquentes, les multiples barrières de sécurité existantes pourront présenter plus souvent des défaillances ou avoir besoin de plus d'entretien (Watt et coll., 2003), ce qui accroîtra le risque de contamination et de maladies. Par exemple, l'éclosion en 2001 d'infection à *Cryptosporidium* à Battlefords en Saskatchewan est survenue parce que le système de traitement de l'eau ne fonctionnait pas à son niveau optimal. L'eau du réseau d'approvisionnement a été contaminée parce que l'emplacement de la prise d'eau avait été mal choisi (en aval des tuyaux de rejet d'eaux usées), et les conditions météorologiques ont eu un impact sur la qualité de l'eau (Stirling et coll., 2001). *Cryptosporidium* au stade des oocystes et certaines souches de *Giardia* sont résistants au traitement de l'eau par simple chloration. En général, il est possible d'inactiver *Giardia* avec du chlore, mais les concentrations chimiques et les temps de contact requis rendent cette méthode inefficace dans la plupart des cas (Hibler et coll., 1987; Korich et coll., 1990). Le vieillissement et l'urbanisation croissante de la population canadienne augmentent le nombre de personnes à risque; l'usure

et la détérioration de l'infrastructure peuvent, pour leur part, compromettre la fiabilité des systèmes de traitement de l'eau (Schuster et coll., 2005); et la robustesse de tels systèmes influera sur la façon dont on pourra répondre aux nouveaux risques pour la santé. Il faudra, dans la planification, tenir compte des particularités de chaque contaminant. Il faudra aussi prendre en considération les variations dans le risque et les interventions requises qui sont influencées par ces facteurs démographiques, géographiques et liés aux contaminants en adoptant une approche qui balance les critères de sélection des méthodes d'intervention en fonction des besoins des intervenants.

Maladies transmises par les vecteurs et les rongeurs

Certains des pathogènes responsables des maladies transmises par des vecteurs et des rongeurs sont endémiques au Canada, mais bon nombre des risques associés aux changements climatiques sont liés à l'émergence de pathogènes nouveaux au Canada. Différentes interventions seront requises (prévention des épidémies et de la propagation – et voire éradication – des nouveaux pathogènes émergents par opposition à la réduction des risques associés aux maladies endémiques). Dans les deux cas, les méthodes, l'intensité et le point d'utilisation des interventions varieront grandement et seront particuliers à chaque pathogène. Encore une fois, les critères pour les interventions doivent être établis et pondérés en fonction du pathogène, de l'objectif, du lieu et des populations à risque dans le cadre d'un processus dirigé par les intervenants. Par exemple, les populations susceptibles à la maladie de Lyme sont les personnes qui passent du temps dans les zones boisées et à l'orée des bois, celles qui travaillent à l'extérieur, les amateurs de sports de plein air, les propriétaires de chiens, les chasseurs et les randonneurs, de même que les propriétaires fonciers en milieu rural et en banlieue et leur famille (Dister et coll., 1997).

Les interventions qui existent sont en général empruntées aux régions où les pathogènes transmis par les vecteurs ou les rongeurs posent actuellement un problème et sont endémiques. Dans presque tous les cas, il n'existe aucun vaccin et il y a peu de chances qu'un vaccin soit disponible dans un avenir prévisible. Les interventions reposent sur la lutte antivectorielle et les messages de santé publique, comme cela a été le cas en réponse au virus du Nil occidental ces dernières années. Pour cette éclosion d'infection, les autorités sanitaires provinciales et municipales ont déployé des efforts considérables en vue d'éradiquer les moustiques en détruisant les larves au moyen de larvicides biologiques ou chimiques et en tuant les moustiques adultes à l'aide d'adulticides à effet durable (appliqués aux surfaces) ou pulvérisés (dans l'air) (Nasci et coll., 2001; Thier, 2001; Herrington, 2003; Shapiro et Micucci, 2003). Des messages de santé publique ont été diffusés pour réduire les gîtes larvaires de moustiques, comme l'eau stagnante, et les piqûres chez l'homme. Dans ce dernier cas, on a formulé des conseils concernant l'usage d'insectifuges et le port de vêtements protecteurs, et recommandé d'éviter les activités à l'extérieur au crépuscule et à l'aurore, moments où les moustiques sont le plus actifs, et de limiter ses activités dans les zones où les moustiques abondent (Moore, 2003).

On peut, de la même façon, lutter contre les maladies transmises par les tiques à l'aide de diverses méthodes de lutte antivectorielle et en vaccinant les espèces sauvages servant d'hôtes (Schmidt et Ostfeld, 2001; Dolan et coll., 2004; Rand et coll., 2004; Tsao et coll., 2004; Schulze et coll., 2005). L'expérience d'autres pays nous invite à la prudence dans la lutte chimique contre les tiques (Ogden et coll., 2005b). Les messages de santé publique sont encore une fois importants parce que les morsures de tiques et les infections transmises par les tiques peuvent être évitées si l'on porte des vêtements protecteurs adaptés et qu'on vérifie s'il y a des tiques sur les vêtements après avoir passé du temps dans une zone où elles sont présentes (Santé Canada, 2006). Les messages de santé publique concernant les symptômes de maladies transmises par des vecteurs peuvent également limiter l'impact de ces maladies. Par exemple, la maladie de Lyme au stade précoce est souvent facilement diagnostiquée par les cliniciens, et habituellement aisément traitée par des antibiotiques. Les infections plus avancées, plus difficiles à diagnostiquer et à traiter, sont très débilitantes (Wormser, 2005).

5.5 CONCLUSIONS

Dans ce chapitre, nous avons établi que les changements climatiques risquent d'avoir des répercussions sur la santé publique au Canada à cause des effets qu'ils exercent sur le risque de maladies transmises par l'eau, les aliments, les rongeurs et les vecteurs. Il est essentiel de passer aux actes et de se préparer à faire face aux risques et aux défis à venir. Il convient d'envisager tout un éventail de mesures, notamment l'évaluation des risques et des mesures de gestion du risque, en mettant sur pied les systèmes de surveillance nécessaires jumelés à des processus efficaces d'intervention et de lutte. Il faut, en outre, former les professionnels et éduquer la population en vue de promouvoir l'adoption de comportements qui réduisent les risques pour la santé. L'Agence de la santé publique du Canada est dans une position stratégique pour jouer un rôle de premier plan dans ce processus, en partenariat avec des organisations fédérales telles que Santé Canada, l'Agence canadienne d'inspection des aliments, des organisations non gouvernementales, des réseaux de recherche (p. ex., le Réseau canadien de l'eau, ArcticNet) et des organisations responsables de la santé publique dans les provinces, les territoires et les municipalités. Une mobilisation plus large des intervenants issus de différents groupes culturels, géographiques et démographiques est essentielle si l'on veut obtenir la diversité d'opinions nécessaire pour élaborer et mettre en œuvre des mécanismes universels et adaptables en vue de protéger la population canadienne.

5.6 RÉFÉRENCES

Agence canadienne d'inspection des aliments (ACIA). L'innocuité des aliments et les coquillages bivalves en Colombie-Britannique, 2003. Consulté le 22 novembre 2006, à l'adresse http://www.inspection.gc.ca/francais/fssa/concen/specif/bivalvef.shtml

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Fièvre jaune,* 2000. Consulté le 23 juin 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/tmp-pmv/info/yf_fj_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). Rapport sur la surveillance canadienne intégrée, *Salmonella, Campylobacter, E. coli* pathogène et *Shigella,* de 1996 à 1999, Relevé des maladies transmissibles au Canada, 29S1, 2003. Consulté le 9 janvier 2008, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmtc/03vol29/29s1/index_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Information sur le SRAS.* 2005a. Consulté le 21 juin 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/sars-sras-gen/index_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Maladies à déclaration obligatoire en direct,* 2005b Consulté le 21 juin 2007, à l'adresse http://dsol-smed.phac-aspc.gc.ca/dsol-smed/ndis/index_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Virus du Nil occidental : symptômes, diagnostic et traitement,* 2006. Consulté le 9 janvier 2008, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/wn-no/surveillance_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). M*aladies évitables par la vaccination : le choléra,* 2007a. Consulté le 17 juin 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/im/vpd-mev/cholera_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Rapports de surveillance nationaux du virus du Nil occidental,* 2007b. Consulté le 17 juin 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/wnv-vwn/nsr-rns_f.html

Arbuckle, T.E., G.J. Sherman, P.N. Corey, D. Walters et B. Lo. Water nitrates and CNS birth defects: A population-based case-control study [Nitrates de l'eau et anomalies congénitales du SNC], *Archives of Environmental Health,* vol. 43, nº 2, p. 162-167, 1988.

Artsob, H. Activité arbovirale au Canada 1985, *Rapport hebdomadaire des maladies au Canada,* vol. 12, p. 109-112, 1986.

Auld, H., D. MacIver et J. Klaassen. Heavy rainfall and waterborne disease outbreaks: The Walkerton example [Précipitations abondantes et éclosions de maladies d'origine hydrique – l'exemple de Walkerton], *Journal of Toxicology and Environmental Health,* vol. 67, nº 20-22, p. 1879-1887, 2004.

Baldwin, M., D. Mergler, F. Larribe, S. Belanger, R. Tardif et coll. Bioindicator and exposure data for a population based study of manganese [Bio-indicateurs et données sur l'exposition provenant d'une étude réalisée sur le manganèse dans une population], *Neurotoxicology,* vol. 20, nº 2-3, p. 343-353, 1999.

Barker, I.K. et L.R. Lindsay. Lyme borreliosis in Ontario: Determining the risks [La borréliose de Lyme en Ontario : évaluer les risques], *Journal de l'Association médicale canadienne,* vol. 162, nº 11, p. 1573-1574, 2000.

Becker, K., Y. Hu et N. Biller-Andorno. Infectious diseases – A global challenge [Les maladies infectieuses – un problème mondial], *International Journal of Medical Microbiology,* vol. 296, nº 4-5, p. 179-185, 2006.

Bengis, R.G., F.A. Leighton, J.R. Fischer, M. Artois, T. Morner et coll. Le rôle de la faune sauvage dans les zoonoses émergentes ou réémergentes (résumé français seulement), *Revue scientifique et technique,* vol. 23, nº 2, p. 497-511, 2004.

Bentham, G. et I.H. Langford. Climate change and the incidence of food poisoning in England and Wales [Changements climatiques et incidence de l'empoisonnement alimentaire en Angleterre et au pays de Galles], *International Journal of Biometeorology,* vol. 39, nº 2, p. 81-86, 1995.

Bentham, G. et I.H. Langford. Environmental temperatures and the incidence of food poisoning in England and Wales [Température du milieu et incidence de l'empoisonnement alimentaire en Angleterre et au pays de Galles], *International Journal of Biometeorology,* vol. 45, nº 1, p. 22-26, 2001.

Berner, J., C. Furgal, P. Bjerregaard, M. Bradley, T. Curtis et coll. Human health [Santé humaine], dans *Arctic Climate Assessment (ACIA)* [Évaluation du climat de l'Arctique], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 863-906, 2005.

Bernier, J., P. Brousseau, K. Krzystyniak, H. Tryphonas et M. Fournier. Immunotoxicity of heavy metals in relation to Great Lakes [Relation entre l'immunotoxicité des métaux lourds et les Grands Lacs], *Environmental Health Perspectives,* vol. 103, suppl. 9, p. 23-34, 1995.

Bigras-Poulin, M., A. Ravel, D. Bélanger et P. Michel. Development of agroenvironmental indicators to evaluate the hygienic pressure of livestock production on human health [Développement d'indicateurs agroenvironnementaux pour mesurer la pression hygiénique de la production de bétail sur la santé humaine], *International Journal of Hygiene and Environmental Vigour,* vol. 207, nº 3, p. 279-295, 2004.

Boulouis, H.J., C.C. Chang, J.B. Henn, R.W. Kasten et B.B. Chomel. Factors associated with the rapid emergence of zoonotic Bartonella infections [Facteurs associés à l'émergence rapide des zoonoses à Bartonella], *Veterinary Research,* vol. 36, nº 3, p. 383-410, 2005.

Bowie, W.R., A.S. King, D.H. Werker, J.L. Isaac-Renton, A. Bell et coll. Outbreak of toxoplasmosis associated with municipal drinking water [Éclosion d'une toxoplasmose associée à une eau potable distribuée par une municipalité], *The Lancet,* vol. 350, nº 9072, p. 173-177, 1997.

Burn, D.H. et N.K. Goel. Flood frequency analysis for the Red River at Winnipeg [Analyse de la fréquence des inondations causées par la rivière Rouge à Winnipeg], *Revue canadienne de génie civil,* vol. 28, p. 355-362, 2001.

Cable, R.G. et D.A. Leiby. Risk and prevention of transfusion-transmitted babesiosis and other tick-borne diseases [Risques de transmission par les transfusions de la babébiose et d'autres maladies transmises par les tiques, et prévention de celles-ci], *Current Opinion in Hematology,* vol. 10, nº 6, p. 405-411, 2003.

Calisher, C.H. Medically important arboviruses of the United States and Canada [Arbovirus ayant une importance médicale aux États-Unis et au Canada], *Clinical Microbiology Reviews,* vol. 7, p. 89-116, 1994.

Canadian Broadcasting Corporation (CBC) News. *Boil water warning lifted for 1 million in Greater Vancouver* [Levée de l'avis d'ébullition de l'eau pour un million de personnes habitant le grand Vancouver], 2006. Consulté le 13 juin 2007, à l'adresse http://www.cbc.ca/canada/british-columbia/story/2006/11/17/boil-water.html

Carman, S., H. Artsob et S. Emery. Eastern equine encephalitis in a horse from Southwestern Ontario [Cas d'encéphalite équine de l'Est chez un cheval du Sud-Ouest de l'Ontario], *La revue vétérinaire canadienne,* vol. 36, p. 170-172, 1995.

Carmichael, L.E. Canine viral vaccines at a turning point – A personal perspective [Les vaccins viraux pour chiens connaissent un tournant – un point de vue personnel], *Advances in Veterinary Medicine,* vol. 41, p. 289-307, 1999.

Centers for Disease Control (CDC). Epidemic/enzootic West Nile virus in the United States: Guidelines for surveillance, prevention, and control [Épidémie et enzootie attribuables au virus du Nil occidental aux États-Unis : lignes directrices pour la surveillance, la prévention et la lutte], 3e révision, Fort Collins, CO, 2003. Consulté le 22 novembre 2006, à l'adresse http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/westnile/resources/wnv-guidelines-aug-2003.pdf

Centers for Disease Control (CDC). Lyme Disease – United States, 2001 – 2002 [Maladie de Lyme- États-Unis, 2001 – 2002], *Morbidity and Mortality Weekly Report,* vol. 53, nº 17, p. 365-369, 2004.

Centers for Disease Control (CDC). *CDC Plague Home Page* [CDC page d'acceuil pour la peste], 2005a. Consulté le 17 juin 2007, à l'adresse http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/plague/

Centers for Disease Control (CDC). *Foodborne illness – Frequently asked questions* [Les questions fréquemment posées sur les maladies d'origine alimentaire], Atlanta, Coordinating Center for Infectious Diseases, Division of Bacterial and Mycotic Diseases, 2005b. Consulté le 10 mars 2007, à l'adresse http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/foodborneinfections_g.htm#mostcommon

Centers for Disease Control (CDC). *Information on arboviral encephalitides* [Information sur les encéphalites d'origine arbovirale], 2005c. Consulté le 12 juin 2007, à l'adresse http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/arbor/arbdet.htm

Centers for Disease Control (CDC). *Marine toxins* [Toxines marines], Atlanta, Coordinating Center for Infectious Diseases, Division of Bacterial and Mycotic Diseases, 2005d. Consulté le 19 novembre 2006, à l'adresse http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/marinetoxins_g.htm#whatsort

Centers for Disease Control (CDC). *Arboviral Encephalitis cases reported in humans, by type, United States, 1964 – 2004* [Cas d'encéphalite d'origine arbovirale signalés chez l'humain selon le type, États-Unis, 1964 – 2004], Fort Collins, CO, Centers for Disease Control and Prevention, 2006a. Consulté le 22 juin 2006, à l'adresse http://www.cdc.gov/ncidod/dvbid/arbor/arbocase.htm

Centers for Disease Control (CDC). Ongoing multistate outbreak of *Escherichia coli* serotype O157:H7 infections associated with consumption of fresh spinach – United States, September 2006 [Éclosion d'infections à Escherichia coli de sérotype O157:H7 en cours dans plusieurs États associée à la consommation d'épinards frais], *Morbidity and Mortality Weekly Report,* vol. 55, nº 38, p. 1045-1046, 2006b.

Charron, D. et P. Sockett. Comment contrer les effets des changements climatiques sur la santé? En s'y préparant bien... *Bulletin de recherche sur les politiques de santé,* nº 11, 2005. Consulté le 18 juin 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/sr-sr/pubs/hpr-rpms/bull/2005-climat/2005-climat-7_f.html

Charron, D.F., M.K. Thomas, D.W. Waltner-Toews, J.J. Aramini, T. Edge et coll. Vulnerability of waterborne diseases to climate change in Canada: A review [Effets des changements climatiques sur les maladies d'origine hydrique au Canada : une revue], *Journal of Toxicology and Environmental Health,* vol. 67, nº A, p. 1667-1677, 2004.

Cheney, P. Update on emerging infections from the Centers for Disease Control and Prevention: Fatal human plague – Arizona and Colorado, 1996 [Mise à jour des Centers for Disease Control and Prevention sur les infections émergentes : la peste humaine mortelle], *Annals of Emergency Medicine,* vol. 31, nº 3, p. 410-411, 1998.

Chin, J. *Control of communicable diseases manual* [Manuel sur la lutte contre les maladies transmissibles] 17e éd., Baltimore, American Public Health Association, 2000.

Chiu, A., J. Beaubier, J. Chiu, L. Chan et S. Gerstenberger. Epidemiologic studies of PCB congener profiles in North American fish consuming populations [Étude épidémiologique du profil des congénères de BPC chez les populations consommatrices de poissons en Amérique du Nord], *Journal of Environmental Science and Health. Part C, Environmental Carcinogenesis & Ecotoxicology Reviews,* vol. 22, nº 1, p. 13-36, 2004.

Coleman, M.E., et H.M. Marks. Qualitative and quantitative risk assessment [Évaluation quantitative et qualitative du risque], *Food Control,* vol. 10, p. 289-297, 1999.

Curriero, F.C., J.A. Patz, J.B. Rose et S. Lele. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948 – 1994 [Corrélation entre les précipitations extrêmes et les éclosions de maladies d'origine hydrique aux États-Unis de 1948 à 1994], *American Journal of Public Health,* vol. 91, p. 1194-1199, 2001.

Danish Integrated Antimicrobial resistance Monitoring and Research Programme (DANMAP). *Use of antimicrobial agents and occurrence of antimicrobial resistance in bacteria from food animals, foods and humans in Denmark* [Utilisation d'antimicrobiens et apparition d'une résistance antimicrobienne chez les bactéries trouvées dans la nourriture pour les animaux, les aliments et chez l'humain au Danemark], Copenhague, Institut vétérinaire danois, Administration vétérinaire et alimentaire danoise, Statens Serum Institut et l'Agence danoise des médicaments, 2002.

Dister, S.W., D. Fish, S.M. Bros, D.H. Frank et B.L. Wood. Landscape characterization of peridomestic risk for Lyme disease using satellite imagery [Caractérisation des zones associées à un risque péridomestique de la maladie de Lyme à l'aide de l'imagerie satellitaire], *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene,* vol. 57, nº 6, p. 687-692, 1997.

Dolan, M.C., G.O. Maupin, B.S. Schneider, C. Denatalem et N. Hamon. Control of immature *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) on rodent reservoirs of *Borrelia burgdorferi* in a residential community of southeastern Connecticut [Lutte contre les tiques *Ixodes scapularis* (Acari : *Ixodidae*) immatures vivant sur des rongeurs infectés par *Borrelia burgdorferi* dans un ensemble résidentiel du Sud-Est du Connecticut], *Journal of Medical Entomology,* vol. 41, nº 6, p. 1043-1054, 2004.

Drebot, M.A., H. Artsob et D. Werker. Syndrome pulmonaire dû au hantavirus au Canada, 1989 – 1999. *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 26, nº 8, p. 65-69, 2000.

D'Souza, R.M., N.G. Becher, G. Hall et K.B. Moodie. Does ambient temperature affect foodborne disease? [La température ambiante a-t-elle des effets sur les maladies d'origine alimentaire?], *Epidemiology,* vol. 15, nº 1, p. 86-92, 2004.

Duncan, K.T., T. Guidotti, W. Cheng, K. Naidoo, G. Gibson et coll. Secteur de la santé, dans G. Koshida et W. Avis (dir.), *L'étude pancanadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement climatique,* Toronto, Environnement Canada, p. 545-643, 1998.

Duplantier, J.M., J.B. Duchemin, S. Chanteau et E. Carniel. From the recent lessons of the Malagasy foci towards a global understanding of the factors involved in plague re-emergence [Des leçons tirées de l'étude des foyers malgaches à la compréhension globale des facteurs jouant un rôle dans la réémergence de la peste], *Veterinary Research,* vol. 36, nº 3, p. 437-453, 2005.

Edge, V.L., F. Pollari, G. Lim, J. Aramini, P. Sockett et coll. Syndromic surveillance of gastrointestinal illness using pharmacy over-the-counter sales: A retrospective study of waterborne outbreaks in Saskatchewan and Ontario [Surveillance syndromique des maladies gastro-intestinales soignées à l'aide de médicaments en vente libre : une étude rétrospective des éclosions de maladies d'origine hydrique en Saskatchewan et en Ontario], *Revue canadienne de santé publique,* vol. 95, nº 6, p. 446-450, 2004.

Eisler, R. Mercury hazards from gold mining to humans, plants, and animals [Risques associés à l'exploitation aurifère posés par le mercure et encourus par les humains, les végétaux et les animaux], *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology,* vol. 181, p. 139-198, 2004.

Enscore, R.E., B.J. Biggerstaff, T.L. Brown, R.E. Fulgham, P.J. Reynolds et coll. Modeling relationships between climate and the frequency of human plague cases in the southwestern United States, 1960 – 1997 [Modélisation des liens existant entre le climat et la fréquence des cas de peste humaine dans le Sud-Ouest des États-Unis], *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene,* vol. 66, nº 2, p. 186-196, 2002.

Epstein, P.R. Climate change and emerging infectious diseases [Changement climatique et maladies infectieuses émergentes], *Microbes and Infection,* vol. 3, p. 747-754, 2001a.

Epstein, P.R. West Nile virus and climate [Virus du Nil occidental et conditions climatiques], *Journal of Urban Health,* vol. 78, p. 367-371, 2001b.

Epstein, P.R., O. Calix Pena et J. Blanco Racedo. Climate and disease in Columbia [Relation entre les conditions climatiques et la maladie en Colombie], *The Lancet,* vol. 346, nº 8985, p. 1243-1244, 1995.

Epstein, P.R. et C. Defilippo. West Nile virus and drought [Relation entre le virus du Nil occidental et la sécheresse], *Global Change and Human Health,* vol. 2, p. 2-4, 2001.

Euripidou, E. et V. Murray. Public health impacts of floods and chemical contamination [Répercussions des inondations et de la contamination par les produits chimiques sur la santé de la population], *Journal of Public Health,* vol. 26, nº 4, p. 376-383, 2004.

Fayer, R. Presidential address. Global change and emerging infectious diseases [Changements mondiaux et maladies infectieuses émergentes], *Journal of Parasitology,* vol. 86, nº 6, p. 1174-1181, 2000.

Field, S. Continental Divide: Why Africa's climate change burden is greater [Clivage entre les continents : raisons pour lesquelles le fardeau engendré par les changements climatiques est plus important en Afrique], *Environmental Health Perspectives,* vol. 113, nº 8, p. A534-A537, 2005.

Fleury, M., D.F. Charron, J.D. Holt, O.B. Allen et A.R. Maarouf. A time series analysis of the relationship of ambient temperature and common bacterial enteric infections in two Canadian provinces [Analyse chronologique du lien existant entre la température ambiante et des infections entériques d'origine bactérienne fréquentes dans deux provinces canadiennes], *International Journal of Biometeorology,* vol. 50, nº 6, p. 385-391, 2006.

Freier, J.E. Eastern equine encephalomyelitis [Encéphalomyélite équine de l'Est], *The Lancet,* vol. 342, nº 8882, p. 1281-1282, 1993.

Fyfe, M., S.T. Yeung, P. Daly, K. Schallie, M.T. Kelly et coll. Épidémie d'infection à *vibrio parahaemolyticus* liée aux huîtres crues en Colombie-Britannique, *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 23, nº 19, p. 145-148, 1997.

Gaulin, C., M. Couillard, P.A. Pilon, M. Tremblay, M., L. Lambert et coll. Bilan de la surveillance des infections humaines par le virus du Nil occidental au Québec 2003, *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 30, p. 97-104, 2004.

Gibson, C.J., C.N. Haas, et J.B. Rose. Risk assessment of waterborne protozoa: Current status and future trends [Évaluation du risque posé par les maladies d'origine hydrique attribuables à des protozoaires : état actuel et tendances pour l'avenir], *Parasitology,* vol. 117, p. S205-S212, 1998.

Githeko, A.K., S.W. Lindsay, U.E. Confalonieri et J.A. Patz. Changement climatique et maladies à transmission vectorielle : une analyse régionale, *Bulletin de l'Organisation mondiale de la Santé, Recueil d'articles,* nº 4, p. 62-72, 2001.

Glaser, A. Le virus West Nile et l'Amérique du Nord : une histoire qui se dévoile. *Revue scientifique et technique,* vol. 23, nº 2, p. 557-568, 2004.

Glass, G.E., J.E. Cheek, J.A. Patz, T.M. Shields, T.J. Doyle et coll. Using remotely sensed data to identify areas at risk for hantavirus pulmonary syndrome [Utilisation de données télédétectées pour déterminer les zones associées à un risque de syndrome pulmonaire à hantavirus], *Emerging Infectious Diseases,* vol. 6, nº 3, p. 238-247, 2000.

Grassley, N.C., et C. Fraser. Seasonal infectious disease epidemiology [Épidémiologie des maladies infectieuses saisonnières], *Proceedings of the Royal Society of London, Biological Sciences,* vol. 273, p. 2541-2550, 2006.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report.* [Bilan 2001 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité, Contribution du Groupe de travail II au troisième Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique], M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden et C.E. Hanson (dir.), Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2007a.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report* [Bilan 2007 des changements climatiques : les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique], S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis, et coll. (dir.), Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2007b.

Gubler, D.J., P. Reiter, K.L. Ebi, W. Yap, R. Nasci et coll. Climate variability and change in the United States: Potential impacts on vector- and rodent-borne diseases [Variabilité et changements climatiques aux États-Unis : répercussions possibles sur les maladies transmises par les rongeurs et d'autres vecteurs], *Environmental Health Perspectives,* vol. 109, suppl. 2, p. 223-233, 2001.

Hall, G.V., R.M. D'Souza et M.D. Kirk. Foodborne disease in the new millennium: Out of the frying pan and into the fire? [À l'aube du nouveau millénaire, la situation des maladies d'origine alimentaire se détériore-t-elle?], *The Medical Journal of Australia,* vol. 177, nº 11/12), p. 614-618, 2002.

Hayes, R.O. Eastern and western encephalitis [Encéphalite de l'Est et de l'Ouest], dans J.H. Steele (dir.), *CRC handbook series in zoonoses,* Boca Raton, Fla., CRC Press, vol I., p. 29-57, 1981.

Herrington, J.E. Pre-West Nile virus outbreak: Perceptions and practices to prevent mosquito bites and viral encephalitis in the United States [Période précédant l'éclosion d'infections causées par le virus du Nil Occidental : mentalités à changer et pratiques à mettre en œuvre pour empêcher les piqûres de moustiques et prévenir l'encéphalite virale aux États-Unis], *Vector-borne and Zoonotic Diseases,* vol. 3, p. 157-173, 2003.

Hibler, C.P., C.M. Hancock, L.M. Perger, J.C. Wegrzyn et K.D. Swabby. Inactivation of *Giardia* cysts with chlorine at 0.5°C to 5.0°C [Inactivation des kystes de *Giardia* à l'aide du chlore entre 0,5 °C et 5,0 °C], Denver, American Water Works Association and American Water Works Association Research Foundation, 1987.

Hjelle, B., et G.E. Glass. Outbreak of hantavirus infections in the four corners region of the United States in the wake of the 1997 – 1998 El Niño-southern oscillation [Éclosion d'infections à hantavirus dans la région des Quatre-coins aux États-Unis pendant les débuts de d'El Niño-oscillation australe en 1997 – 1998], *The Journal of Infectious Diseases,* vol. 181, p. 1569-1573, 2000.

Horn, A., K. Stamper, D. Dahlberg, J. McCabe, M. Beller et coll. Botulism outbreak associated with eating fermented food – Alaska, 2001 [Éclosion de botulisme associée à l'ingestion d'aliments fermentés – Alaska, 2001], *Morbidity and Mortality Weekly Report,* vol. 50, p. 680-682, 2001.

Hrinivitch, K. et J.F. Prescott. Leptospirosis in 2 unrelated dogs [Survenue de leptospirose chez deux chiens ne partageant aucun lien], *La revue vétérinaire canadienne,* vol. 38, nº 8, p. 509-510, 1997.

Hrudey, S.E., P. Payment, P.M. Huck, R.W. Gillham et E.J. Hrudey. A fatal waterborne disease epidemic in Walkerton, Ontario: Comparison with other waterborne outbreaks in the developed world [Épidémie de maladies d'origine hydrique fatales à Walkerton, en Ontario : une comparaison avec d'autres éclosions de maladies d'origine hydrique survenues dans des pays développés], *Water Science and Technology,* vol. 47, p. 7-14, 2003.

Huq, A., R. Sack et R.R. Colwell. Cholera and global ecosystems [Choléra et écosystèmes planétaires], dans J. Aron et J. Patz (dir.), *Ecosystem change and public health: A global perspective* [Modification des écosystèmes et santé publique : une perspective globale], Baltimore, Johns Hopkins University Press, p. 327-347, 2001.

Isaacs, S., C. LeBer et P. Michel. La distribution des toxi-infections alimentaires selon le milieu d'exposition – Ontario. *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 24, nº 8, p. 61-64, 1998.

Jansen, A., I. Schoneberg, C. Frank, K. Alpers, T. Schneider et coll. Leptospirosis in Germany 1962 – 2003 [La leptospirose en Allemagne entre 1962 et 2003], *Emerging Infectious Diseases,* vol. 11, nº 7, p. 1048-1054, 2005.

Jardine, C., G. Appleyard, M.Y. Kosoy, D. McColl, M. Chirino-Trejo et coll. Rodent-associated *Bartonella* in Saskatchewan, Canada [Étude de la *Bartonella* associée aux rongeurs en Saskatchewan, au Canada], *Vector Borne and Zoonotic Diseases,* vol. 5, nº 4, p. 402-409, 2005.

Jones, S.C., J. Morris, G. Hill, M. Alderman et R.C. Ratard. St. Louis encephalitis outbreak in Louisiana in 2001 [L'éclosion d'encéphalite de St-Louis de 2001 en Louisiane], *The Journal of the Louisiana State Medical Society,* vol. 154, nº 6, p. 303-306, 2002.

Käferstein, F.K., Y. Motargemi et D.W. Bettcher. Foodborne disese control: A transitional challenge [La lutte contre les maladies d'origine hydrique : un défi transitoire], *Emerging Infectious Diseases,* vol. 3, nº 4, p. 503-510, 1997.

Kalin, M., C. Devaux, R. DiFruscia, S. Lemay et R. Higgins. Three cases of canine leptospirosis in Québec [Apparition de trois cas de leptospirose canine au Québec], *La revue vétérinaire canadienne,* vol. 40, nº 3, p. 187-191, 1999.

Karande, S., M. Bhatt, A. Kelkar, M. Kulkarni, A. De et A. Varaiya. An observational study to detect leptospirosis in Mumbai, India, 2000 [Étude par observation de la leptospirose menée en 2000 à Mumbai, en Inde], *Archives of Disease in Childhood,* vol. 88, nº 12, p. 1070-1075, 2003.

Keane, D. et P. Little. Equine viral encephalomyelitis in Canada: A review of known and potential causes [L'encéphalomyélite virale équine au Canada : une étude des causes possibles et connues], *La revue vétérinaire canadienne,* vol. 28, p. 497-503, 1987.

Keen, J.E., W.W. Laegreid, C.G. Chitko Mckown, J.L. Bono, J.M. Fox et coll. Effect of exogenous glucocorticoids and dietary change on winter and summer STEC O157 fecal shedding in naturally-infected beef cattle [Effets des glucocorticoïdes exogènes et du changement du régime alimentaire en été et en hiver sur la présence d'*e. coli* vérotoxigène dans les excréments de bovins infectés naturellement], *Research Workers in Animal Diseases Conference Proceedings,* résumé nº 83, 2003.

Klich, M., M.W. Lankester et K.W. Wu. Spring migratory birds (Aves) extend the northern occurrence of blacklegged tick (Acari: Ixodidae) [Les oiseaux migrateurs du printemps (Aves) contribuent à étendre vers le nord l'aire de distribution de la tique à pattes noires (Acari : *Ixodidae*)], *Journal of Medical Entomology,* vol. 33, nº 4, p. 581-585, 1996.

Koelle, K., M. Pascual et M. Yunus. Pathogen adaptation to seasonal forcing and climate change [Adaptation des agents pathogènes à la pression exercée par les saisons et les changements climatiques], *Proceedings of the Royal Society of London, Biological Sciences,* vol. 272, nº 1566, p. 971-977, 2005.

Korich, D.G., J.R. Mead, M.S. Madore, N.A. Sinclair et C.R. Sterling. Effects of ozone, chlorine dioxide, chlorine, and monochlorine on *Cryptosporidium parvum* oocyst viability [Effets de l'ozone, du dioxyde de chlore, du chlore et du chlore atomique sur la viabilité des oocytes de *Cryptosporidium parvum*], *Applied and Environmental Microbiology,* vol. 56, nº 5, p. 1423-1428, 1990.

Kovats, R.S., D.H. Campbell-Lendrum, A.J. McMichael, A. Woodward et J.S. Cox. Early effect of climate change: Do they include changes in vector-borne disease? [Les effets précoces du changement climatique comprennent-ils les changements touchant les maladies à transmission vectorielle?], *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences,* vol. 356, nº 1411, p. 1057-1068, 2001.

Kovats, R.S., S.J. Edwards, D. Charron, J. Cowden, R.M. D'Souza et coll. Climate variability and campylobacter infection: An international study [Variabilité du climat et infections à *Campylobacter* : une étude internationale], *International Journal of Biometeorology,* vol. 49, nº 4, p. 207-214, 2004a.

Kovats, R.S., S.J. Edwards, S. Hajat, B.G. Armstrong, K.L. Ebi et coll. The effect of temperature on food poisoning: A time-series analysis of salmonellosis in ten European countries [Les effets de la température sur l'empoisonnement alimentaire : une analyse chronologique de la salmonellose dans dix pays de l'Europe], *Epidemiology and Infection,* vol. 132, nº 3, p. 443-453, 2004b.

Krause, P.J., S.R. Telford III, A. Spielman, V. Sikand, D. Christianson et coll. Concurrent Lyme disease and babesiosis: Evidence for increased severity and duration of illness [Maladie de Lyme et babésiose concomitantes : des données indiquent une sévérité accrue et une plus grande durée de la maladie], *Journal of the American Medical Association,* vol. 275, p. 1657-1660, 1996.

Kurtenbach, K., K. Hanincova, J.I. Tsao, G. Margos, D. Fish et coll. Fundamental processes in the evolutionary ecology of Lyme borreliosis [Processus cruciaux de l'écologie évolutionniste de la borréliose de Lyme], *Nature Reviews, Microbiology,* vol. 4, p. 660-669, 2006.

Labonté, R., et T. Schrecker. *Globalization and social determinants of health: Analytic and strategic review paper* [Mondialisation et déterminants sociaux de la santé : article de synthèse analytique et stratégique], Document de travail commandé par la Commission des determinants sociaux de la santé de l'OMS, Ottawa, Université d'Ottawa, Institut de recherche sur la santé des populations, 2006. Consulté le 14 novembre 2006, à l'adresse http://www.who.int/social_determinants/resources/globalization.pdf

Leake, J.P. Epidemic of infectious encephalitis [Une épidémie d'encéphalite infectieuse], *Public Health Report,* vol. 56, p. 1902-1905, 1941.

Lee, S.H., D.A. Levy, G.F. Craun, M.J. Beach et R.L. Calderon. Surveillance for waterborne disease outbreaks – United States, 1999 – 2000 [Surveillance des éclosions de maladies d'origine hydrique – États-Unis, 1999 et 2000], *Morbidity and Mortality Weekly Report,* vol. 51, p. 1-47, 2002.

Leech, R.W., J.C. Harris et R.M. Johnson. 1975 encephalitis epidemic in North Dakota and western Minnesota: An epidemiologic, clinical, and neuropathologic study [L'épidémie d'encéphalite de 1975 survenue au Dakota du Nord et dans l'Ouest du Minnesota : une étude épidémiologique, clinique et neuropathologique], *Minnesota Medicine,* vol. 64, p. 545-548, 1981.

Leighton, F.A. *Arboviruses – Introduction and general information* [Les arbovirus – introduction et données générales], Canadian Cooperative Wildlife Health Centre, Saskatoon, Saskatchewan, 2000. Consulté le 17 juin 2006, à l'adresse http://wildlife1.usask.ca/wildlife_health_topics/arbovirus/arboeee.php

Leighton, F.A., H.A. Artsob, M.C. Chu et J.G. Olson. A serological survey of rural dogs and cats on the southwestern Canadian prairie for zoonotic pathogens [Une étude sérologique décelant les agents pathogènes zoonotiques menée chez les chiens et les chats vivant dans les zones rurales du Sud-Ouest des prairies canadiennes], *Revue canadienne de santé publique,* vol. 92, nº 1, p. 67-71, 2001.

Levallois, P., M. Theriault, J. Rouffignat, S. Tessier, R. Landry et coll. Groundwater contamination by nitrates associated with intensive potato culture in Québec [Contamination des eaux souterraines par les nitrates associée à une culture intensive de la pomme de terre au Québec], *The Science of the Total Environment,* vol. 217, nº 1-2, p. 91-101, 1998.

Levallois, P., P. Ayotte, J.M. Van Maanen, T. Desrosiers, S. Gingras et coll. Excretion of volatile nitrosamines in a rural population in relation to food and drinking water consumption [Corrélation entre l'excrétion de nitrosamines volatils par une population rurale et la nourriture et l'eau potable ingérés], *Food and Chemical Toxicology,* vol. 38, nº 11, p. 1013-1019, 2000.

Levesque, B., G. De Serres, R. Higgins, M.A. D'Halewyn, H. Artsob et coll. Seroepidemiologic study of three zoonoses (leptospirosis, Q fever, and tularemia) among trappers in Quebec, Canada [Étude séro-épidémiologique de trois zoonoses (leptospirose, fièvre Q et tularémie) chez des trappeurs du Québec, au Canada], *Clinical and Diagnostic Laboratory Immunology,* vol. 2, nº 4, p. 496-498, 1995.

Levy, D.A., M.S. Bens, G.F. Craun, R.L. Calderon et B.L. Herwaldt. Surveillance for waterborne disease outbreaks – United States, 1995 – 1996 [Surveillance des éclosions de maladies d'origine hydrique survenues aux États-Unis entre 1995 et 1996], *Morbidity and Mortality Weekly Report,* vol. 47, p. 1-34, 1998.

Lewellen, R.H. et S.H. Vessey. The effect of density dependence and weather on population size of a polyvoltine species [Effet de la dépendance à l'égard de la densité et des conditions météorologiques sur la taille des populations d'espèces polyvoltines], *Ecological Monographs,* vol. 68, p. 571-594, 1998.

Lindgren, E., L. Talleklint et T. Polfeldt. Impact of climatic change on the northern latitude limit and population density of the disease-transmitting European tick *Ixodes ricinus* [Impact des changements climatiques sur la latitude Nord délimitant l'aire de distribution de la tique européenne *Ixodes ricinus,* vectrice de maladies, et sur la densité de population de celle-ci], *Environmental Health Perspectives,* vol. 108, nº 2, p. 119-123, 2000.

Lindsay, L.R., H. Artsob et I. Barker. Distribution de *Ixodes pacificus* et de *Ixodes scapularis* relativement à la babésiose et à la maladie de Lyme concomitantes, *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 24, nº 15, p. 121-122, 1998.

Linkov, I., F.K. Satterstrom, G. Kiker, C. Batchelor, T. Bridges et coll. From comparative risk assessment to multi-criteria decision analysis and adaptive management: Recent developments and applications [De l'évaluation comparative des risques à l'analyse décisionnelle à critères multiples et à la gestion adaptée : applications et développements récents], *Environment International,* vol. 32, nº 8, p. 1072-1093, 2006.

Macdonald, R.W., T. Harner et J. Fyfe. Recent climate change in the Arctic and its impact on contaminant pathways and interpretation of temporal trend data [Les changements climatiques récents survenus dans l'Arctique et leur impact sur les voies de transport des contaminants et sur l'interprétation des données sur les tendances temporelles], *Science of the Total Environment,* vol. 342, nº 1-3, p. 5-86, 2005.

MacKinnon, M. A First Nations voice in the present creates healing in the future [Les revendications des peuples des Premières Nations permettront d'améliorer l'avenir], *Revue canadienne de santé publique,* vol. 96, suppl. 1, p. S13-S16, 2005.

MacLean, J.D., A. Demers, M. Ndao, E. Kokoskin, B.J. Ward et coll. Malaria epidemics and surveillance systems in Canada [Épidémies de paludisme et systèmes de surveillance au Canada], *Emerging Infectious Diseases,* vol. 10, nº 7, p. 1195-1201, 2004.

Maclean, J.D. et B.J. Ward. The return of swamp fever: Malaria in Canadians [Le paludisme et les canadiens], *Canadian Medical Association Journal,* vol. 160, nº 2, p. 211-212, 1999.

Majowicz, S.E., K. Dore, J.A. Flint, V.L. Edge, S. Read et coll. Magnitude and distribution of acute, self-reported gastrointestinal illness in a Canadian community [Ampleur et distribution de maladies gastro-intestinales aiguës signalées par le patient dans une localité canadienne], *Epidemiology and Infection,* vol. 132, p. 607-617, 2004.

Mao, Y., M. Desmeules, D. Schaubel, D. Berube, R. Dyck et coll. Inorganic components of drinking water and microalbuminuria [Constituants inorganiques de l'eau potable et microalbuminurie], *Environmental Research,* vol. 71, nº 2, p. 135-140, 1995.

Marra, P.P., C.M. Francis, R.S. Mulvihill et F.R. Moore. The influence of climate on the timing and rate of spring bird migration [Effets du climat sur le moment choisi par les oiseaux au printemps pour migrer et sur leur vitesse de migration], *Oecologia,* vol. 142, p. 307-315, 2005.

Martin, D., D. Bélanger, P. Gosselin, J. Brazeau, C. Furgal et coll. *Les changements climatiques, l'eau potable et la santé humaine au Nunavik : stratégies d'adaptation,* 2005. Consulté le 9 janvier 2008, à l'adresse http://www.itk.ca/environment/water-nunavik-report.pdf

McGinn, S.M., A. Toure, O.O. Akinremi, D.J. Major et A.G. Barr. Agroclimate and crop response to climate change in Alberta, Canada [Agroclimat et réaction des cultures aux changements climatiques en Alberta, au Canada], *Outlook on Agriculture,* vol. 28, nº 1, p. 19-28, 1999.

McMichael, A.J., D. Campbell-Lendrum, C. Corvalán, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (2003). *Climate change and human health – Risks and responses* [Changement climatique et santé humaine – Risques et réactions], Genève, Organisation mondiale de la santé, 2003.

McMichael, A.J., D. Campbell-Lendrum, S. Kovats, S. Edwards, P. Wilkinson et coll. Global climate change [Les changements climatiques à l'échelle planétaire], dans *Comparative quantification of health risks: Global and regional burden of diseases due to selected major risk factors* [Quantification comparative des risques pour la santé : le fardeau de maladies à l'échelle régionale et mondiale attribuable à certains facteurs de risque importants], Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2004. Consulté le 14 décembre 2006, à l'adresse http://www.who.int/publications/cra/chapters/volume2/part2/en/index.html

Mead, P.S., L. Slutsker, V. Dietz, L.F. McCaig, J.S. Bresee et coll. Food-related illness and death in the United States [Maladies d'origine alimentaire et mortalité aux États-Unis], *Emerging Infectious Diseases,* vol. 5, nº 5, p. 607-625, 1999.

Metcalfe, C.D., B.G. Koenig, D.T. Bennie, M. Servos, T.A. Ternes et coll. Occurrence of neutral and acidic drugs in the effluents of Canadian sewage treatment plants [Présence de médicaments neutres et acides dans les effluents rejetés par les stations d'épuration d'eaux usées], *Environmental Toxicology and Chemistry,* vol. 22, nº 12, p. 2872-2880, 2003.

Mills, J.N. et J.E. Childs. Ecologic studies of rodent reservoirs: Their relevance for human health [Étude des incidences écologiques engendrées par les rongeurs réservoirs sur la santé humaine], *Emerging Infectious Diseases,* vol. 4, p. 529-537, 1998.

Moore, D. West Nile virus – Mosquitoes no longer just an annoyance [Le virus du Nil occidental – Les moustiques causent bien plus qu'un désagrément], *Journal canadien des maladies infectieuses,* vol. 14, p. 150-153, 2003.

Morshed, M.G., J.D. Scott, S.N. Banerjee, M. Banerjee, T. Fitzgerald et coll. Premier isolement du spirochète de la maladie de Lyme, *Borrelia burgdorferi,* chez une tique à pattes noires, *Ixodes scapularis,* retrouvée sur un oiseau en Nouvelle-Écosse, Canada, *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 25, nº 18, p. 153-155, 1999.

Nasci, R.S. et C.G. Moore. Vector-borne disease surveillance and natural disasters [Surveillance des maladies à transmission vectorielle et désastres naturels], *Emerging Infectious Diseases,* vol. 4, nº 2, p. 333-334, 1998.

Nasci, R.S., N.H. Newton, G.F. Terrillion, R.E. Parsons, D.A. Dame et coll. Interventions: Vector control and public education, Panel discussion [Interventions : lutte contre les vecteurs et éducation de la population, un débat d'experts], *Annals of the New York Academy of Sciences,* vol. 951, p. 235-254, 2001.

Nicholls, T., J. Acar, F. Anthony, A. Franklin, R. Gupta et coll. Antibiorésistance : contrôle des quantités d'antibiotiques utilisées en production animale, *Revue scientifique et technique,* vol. 20, nº 3, p. 841-847, 2001.

Nutall, M., F. Berkes, B. Forbes, G. Kofinas, T. Vlassova et coll. Hunting, herding, fishing, and gathering: Indiginious peoples and renewable resource use in the Arctic [La chasse, l'élevage, la pêche et la cueillette : les Autochtones et l'utilisation des ressources renouvelables en Arctique], dans *Arctic Climate Impact Assessment* [Évaluation de l'impact du climat en Arctique], New York, Cambridge University Press, 2005. Consulté le 13 juin 2007, à l'adresse http://www.acia.uaf.edu/pages/scientific.html

Ogden, N.H., L.R. Lindsay, G. Beauchamp, D. Charron, A. Maarouf et coll. Investigation of relationships between temperature and developmental rates of tick *Ixodes scapularis* (Acari: *Ixodidae*) in the laboratory and field [Étude de la relation existant entre la température et la vitesse de développement de la tique *Ixodes scapularis* (Acari : *Ixodidae*) en laboratoire et dans la nature], *Journal of Medical Entomology,* vol. 41, nº 4, p. 622-633, 2004.

Ogden, N.H., M. Bigras-Poulin, C.J. O'Callaghan, I.K. Barker, L.R. Lindsay et coll. A dynamic population model to investigate effects of climate on geographic range and seasonality of the tick *Ixodes scapularis* [Un modèle de dynamique des populations pour étudier les effets du climat sur la distribution géographique et la saisonnalité de la tique *Ixodes scapularis*], *International Journal for Parasitology,* vol. 35, p. 375-389, 2005a.

Ogden, N.H., E. Swai, G. Beauchamp, E. Karimuribo, J.L. Fitzpatrick et coll. Risk factors for tick attachment to small-holder dairy cattle in Tanzania [Facteurs de risques associés à la fixation des tiques aux bovins laitiers des petites exploitations en Tanzanie], *Preventive Veterinary Medicine,* vol. 67, p. 157-170, 2005b.

Ogden, N.H., L. Trudel, H. Artsob, I.K. Barker, G. Beauchamp et coll. *Ixodes scapularis* ticks collected by passive surveillance in Canada: Analysis of geographic distribution and infection with Lyme borreliosis agent *Borrelia burgdorferi* [Tiques *Ixodes scapularis* recueillies grâce à une surveillance passive au Canada : analyse de la distribution géographique et de la borréliose de Lyme causée par *Borrelia burgdorferi*], *Journal of Medical Entomology,* vol. 43, p. 600-609, 2006a.

Ogden, N.H., A. Maarouf, I.K. Barker, M. Bigras-Poulin, L.R. Lindsay et coll. Climate change and the potential for range expansion of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada [Changements climatiques et extension possible de l'aire de distribution du vecteur de la maladie de Lyme, *Ixodes scapularis,* au Canada], *International Journal for Parasitology,* vol. 36, p. 63-70, 2006b.

Ogden, N.H., M. Bigras-Poulin, C.J. O'Callaghan, I.K. Barker, K. Kurtenbach et coll. Vector seasonality, host infection dynamics and fitness of pathogens transmitted by the tick *Ixodes scapularis* [Saisonnalité des vecteurs, dynamique de l'infection chez l'hôte et valeur adaptative des agents pathogènes transmis par la tique *Ixodes scapularis*], *Parasitology,* vol. 134, nº 2, p. 209-227, 2007.

Oliver, S.L., A.M. Dastjerdi, S. Wong, L. El-Attar, C. Gallimore et coll. Molecular characterization of bovine enteric caliciviruses: A distinct third genogroup of Noroviruses (Norwalk-like viruses) unlikely to be of risk to humans [Caractérisation moléculaire des calicivirus entériques trouvés chez les bovins : ils se distinguent des Norovirus de génogroupe III (apparentés aux virus Norwalk) et ne constituent vraisemblablement pas un risque pour les humains], *Journal of Virology,* vol. 77, p. 2789-2798, 2003.

O'Meara, G.F., L.F. Evans Jr, A.D. Gettman et J.P. Cuda. Spread of *Aedes albopictus* and decline of *Ae. Aegypti* (Diptera: Culcidae) in Florida [Propagation de Aedes albopictus et diminution des populations de *Ae. Aegypti* (*Diptera: Culcidae*) en Floride], *Journal of Medical Entomology,* vol. 32, p. 554-562, 1995.

Organisation mondiale de la Santé (OMS). *Monitoring antimicrobial usage in food animals for the protection of human health* [Surveillance de l'utilisation des antimicrobiens ajoutés dans la nourriture animale en vue de protéger la santé humaine], Rapport d'une consultation de l'OMS, Oslo, Norvège, 10-13 septembre 2001, 2002.

Parkinson, A.J., et J.C. Butler. Potential impacts of climate change on infectious diseases in the Arctic [Répercussions possibles des changements climatiques sur les maladies infectieuses en Arctique], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 478-486, 2005.

Parmenter, R.R., E.P. Yadav, C.A. Parmenter, P. Ettestad et K.L. Gage. Incidence of plague associated with increased winter – spring precipitation in New Mexico [Apparition de la peste associée à des précipitations accrues au printemps et en hiver au Nouveau-Mexique], *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene,* vol. 61, nº 5, p. 814-821, 1999.

Patz, J.A., W.J. Martens, D.A. Focks et T.H. Jetten. Dengue fever epidemic potential as projected by general circulation models of global climate change [Épidémie de dengue possible prévue par des modèles de circulation générale appliqués au changement climatique mondial], *Environmental Health Perspectives,* vol. 106, nº 3, p. 147-153, 1998.

Patz, J.A. et W.K. Reisen. Immunology, climate change and vector-borne diseases [Immunologie, changement climatique et maladies à transmission vectorielle], *Trends in Immunology,* vol. 22, p. 171-172, 2001.

Payment, P. et K. Pintar. Microorganismes pathogènes transmis par la voie hydrique : une évaluation critique des méthodes, des résultats et de leur interprétation, *Revue des sciences de l'eau,* vol. 19, nº 3, p. 233-245, 2006.

Peperzak, L. Future increase in harmful algal blooms in the North Sea due to climate change [Augmentation future de la prolifération d'algues nuisibles dans la mer du Nord à cause des changements climatiques], *Water Science and Technology,* vol. 51, nº 5, p. 31-36, 2005.

Pepperell, C., N. Rau, S. Krajden, R. Kern, A. Humar et coll. West Nile virus infection in 2002: Morbidity and mortality among patients admitted to hospital in southcentral Ontario [Infections causées par le virus du Nil occidental en 2002 : morbidité et mortalité chez des patients admis à l'hôpital dans le Centre-Sud de l'Ontario], *Canadian Medical Association Journal,* vol. 168, nº 11, p. 1399-1405, 2003.

Pinner, R.W., C.A. Rebmann, A. Schuchat et J.M. Hughes. Disease surveillance and the academic, clinical, and public health communities [Surveillance des maladies et collectivités universitaire, hospitalière et en charge de la santé publique], *Emerging Infectious Diseases,* vol. 9, nº 7, p. 781-787, 2003.

Potter, M.E., R.W. Currier II, J.E. Pearson, J.C. Harris et R.L. Parker. Western equine encephalomyelitis in horses in the northern Red River Valley, 1975 [Cas d'encéphalomyélite équine de l'Ouest décelés chez des chevaux du Nord de la vallée de la rivière Rouge en 1975], *Journal of the American Veterinary Medical Association,* vol. 170, p. 1396-1399, 1977.

Prescott, J.F., D. Key et M. Osuch. Leptospirosis in dogs [La leptospirose chez le chien], *La revue vétérinaire canadienne,* vol. 40, nº 6, p. 430-431, 1999.

Prescott, J.F., B. McEwen, J. Taylor, J.P. Woods, A. Abrams-Ogg et coll. Resurgence of leptospirosis in dogs in Ontario: Recent findings [Réapparition de la leptospirose chez les chiens en Ontario : récentes découvertes], *La revue vétérinaire canadienne,* vol. 43, nº 12, p. 955-961, 2002.

Proulx, J-F., V. Milor-Roy et J. Austin. Quatre éclosions de botulisme dans la région de la Baie d'Ungava au Nunavik, Québec, *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 23, p. 30-32, 1997.

Purse, B.V., P.S. Mellor, D.J. Rogers, A.R. Samuel, P.P. Mertens et coll. Climate change and the recent emergence of bluetongue in Europe [Les changements climatiques et la récente émergence de la fièvre catarrhale du mouton en Europe], *Nature Reviews Microbiology,* vol. 3, nº 2, p. 171-181, 2005.

Rand, P.W., C. Lubelczyk, M.S. Holman, E.H. Lacombe et R.P. Smith Jr. Abundance of *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) after the complete removal of deer from an isolated offshore island, endemic for Lyme Disease [Abondance d'*Ixodes scapularis* (*Acari: Ixodidae*) après une élimination des chevreuils dans une île où la maladie de Lyme était endémique], *Journal of Medical Entomology,* vol. 41, p. 779-784, 2004.

Randolph, S.E. Ticks are not insects: Consequences of contrasting vector biology for transmission potential [Les tiques ne sont pas des insectes : les répercussions d'une biologie distincte des vecteurs sur les possibilités de transmission], *Parasitology Today,* vol. 14, nº 5, p. 186-192, 1998.

Rausch, R. Cystic echinococcosis in the Arctic and Sub Arctic [L'échinococcose cystique en Arctique et dans les régions subarctiques], *Parasitology,* vol. 127, p. S73-S85, 2003.

Reeves, W.C., J.L. Hardy, W.K. Reisen et M.M. Milby. Potential effect of global warming on mosquito-borne arboviruses [Effets possibles du changement climatique sur les arbovirus transmis par les moustiques], *Journal of Medical Entomology,* vol. 31, nº 3, p. 323-332, 1994.

Reiter, P. Global-warming and vector-borne disease in temperate regions and at high altitudes [Maladies associées au changement climatique et à transmission vectorielle dans les régions tempérées et en haute altitude], *The Lancet,* vol. 351, nº 9105, p. 839-840, 1998.

Reiter, P. Climate change and mosquito-borne disease [Changements climatiques et maladies transmises par les moustiques], *Environmental Health Perspectives,* vol. 109, nº S1, p. 141-161, 2001.

Rogers, D.J. et S.E. Randolph. The global spread of malaria in a future, warmer world [Propagation du paludisme à l'échelle planétaire dans un monde à venir plus chaud], *Science,* vol. 289, nº 5485, p. 1763-1766, 2000.

Rogers, D.J. et S.E. Randolph. Climate change and vector-borne diseases [Les changements climatiques et les maladies à transmission vectorielle], *Advances in Parasitology,* vol. 62, p. 345-381, 2006.

Rose, J. et T. Slifko. *Giardia, Cryptosporidium,* and *Cyclospora* and their impact on foods: A review [L'incidence de *Giardia,* de *Cryptosporidium* et de *Cyclospora* sur les aliments : une synthèse], *Journal for Food Protection,* vol. 62, p. 1059-1070, 1992.

Rose, J.B., P.R. Epstein, E.K. Lipp, B.H. Sherman, S.M. Bernard et coll. Climate variability and change in the United States: Potential impacts on water and foodborne diseases caused by microbiologic agents [La variabilité du climat et les changements climatiques aux États-Unis pourraient avoir des conséquences sur les maladies d'origine alimentaire et hydrique causées par des agents microbiologiques], *Environmental Health Perspectives,* vol. 109, suppl. 2, p. 211-221, 2001.

Rosenberg, T., O. Kendall, J. Blanchard, S. Martel, C. Wakelin et coll. Shigellosis on Indian reserves in Manitoba, Canada: Its relationship to crowded housing, lack of running water, and inadequate sewage disposal [Relation entre la shigellose et les logements surpeuplés, le manque d'eau courante ainsi qu'une évacuation des eaux usées inappropriée dans les réserves indiennes au Manitoba], *American Journal of Public Health,* vol. 87, nº 9, p. 1547-1551, 1997.

Sang, S., C. Booth et G. Balch. *Documentation of Inuit Qaujimajatuqangit (local knowledge) in Pangnirtung, Coral Harbour and Arviat, Nunavut: Nunavut Wildlife Health Assessment Project* [Documentation recueillie sur l'Inuit Qaujimajatuqangit (connaissances locales) à Pangnirtung, à Coral Harbour et à Arviat, au Nunavut : Projet d'évaluation de la santé de la faune du Nunavut], World Wildlife Fund Canada et Université Trent, Canada, 2004. Consulté le 22 novembre 2006, à l'adresse http://wwf.ca/Documents/Arctic/nwha_eng_sp.pdf

Santé Canada. Sommaire des maladies à déclaration obligatoire (provisoire), *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 28, p. 94-95, 2002.

Santé Canada. *Caractéristiques radiologiques,* 2004. Consulté le 17 juin 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/water-eau/doc_sup-appui/radiological_characteristics/index_f.html

Santé Canada. *Maladie de Lyme,* 2006. Consulté le 9 janvier 2008, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/diseases-maladies/lyme_f.html

Santé Manitoba. *Le virus du Nil occidental,* 2007. Consulté le 9 janvier 2008, à l'adresse http://www.gov.mb.ca/health/wnv/index.fr.html

Schmidt, K.A. et R.S. Ostfeld. Biodiversity and the dilution effect in disease ecology [Biodiversité et effet de dilution en écologie des maladies], *Ecology,* vol. 82, p. 609-619, 2001.

Schulze, T.L., R.A. Jordan et A.J. Krivenko. Effects of barrier application of granular deltamethrin on subadult *Ixodes scapularis* (Acari: Ixodidae) and nontarget forest floor arthropods [Effet de l'application de granulés de deltamethrine sur les tiques *Ixodes scapularis* (Acari : *Ixodidae*) à l'état de jeune adulte et sur les arthropodes non ciblés de la couverture morte], *Journal of Economic Entomology,* vol. 98, p. 976-981, 2005.

Schuster, C.J., A.G. Ellis, W.J. Robertson, D.F. Charron, J.J. Aramini et coll. Infectious disease outbreaks related to drinking water in Canada, 1974 – 2001 [Éclosions de maladies infectieuses associées à l'eau potable au Canada survenues entre 1974 et 2001], *Revue canadienne de santé publique,* vol. 96, nº 4, p. 254-258, 2005.

Scott, J.D., K. Fernando, S.N. Banerjee, L.A. Durden, S.K. Byrne et coll. Birds disperse ixodid (Acari: Ixodidae) and *Borrelia burgdorferi*-infected ticks in Canada [Propagation des tiques ixodidés (Acari : *Ixodidae*) et des tiques infectées par *Borrelia burgdorferi* par les oiseaux au Canada], *Journal of Medical Entomology,* vol. 38, nº 4, p. 493-500, 2001.

Shapiro, H. et S. Micucci. Pesticide use for West Nile virus [Utilisation de pesticides pour lutter contre le virus du Nil occidental], *Journal de l'Association médicale canadienne,* vol. 168, p. 1427-1430, 2003.

Smith, R.P. Jr., P.W. Rand, E.H. Lacombe, S.R. Morris, D.W. Holmes et coll. Role of bird migration in the long-distance dispersal of *Ixodes dammini,* the vector of Lyme disease [Rôle de la migration des oiseaux dans la dissémination sur de longues distances d'*Ixodes dammini,* le vecteur de la maladie de Lyme], *Journal of Infectious Diseases,* vol. 174, p. 221-224, 1996.

Soskolne, C.L. On the even greater need for precaution under global change [À propos de la nécessité encore plus grande de prendre des précautions dans un contexte de changement mondial], *International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health,* vol. 17, nº 1, p. 69-76, 2004.

Soskolne, C.L., K.E. Smoyer-Tomic, D.W. Spady, K. McDonald, J.P. Rothe et coll. *Rapport final : Changement climatique, phénomènes météorologiques extrêmes et effets sur la santé en Alberta,* Ottawa, Santé Canada, 2004.

Spence, L., H. Artsob, L. Grant et C. TH'NG. St. Louis encephalitis in southern Ontario: Laboratory studies for arboviruses [Encéphalite de St-Louis dans le Sud de l'Ontario : étude des arbovirus en laboratoire], *Journal de l'Association médicale canadienne,* vol. 116, nº 1, p. 35-37, 1977.

Steere, A.C., J. Coburn et L. Glickstein. (2004). The emergence of Lyme disease [Émergence de la maladie de Lyme], *Journal of Clinical Investigation,* vol. 113, nº 8, p. 1093-1101, 2004.

Steinberg, E.B., K.D. Greene, C.A. Bopp, D.N. Cameron, J.G. Wells et coll. Cholera in the United States, 1995 – 2000: Trends at the end of the twentieth century [Le choléra aux États-Unis entre 1995 et 2000 : tendances de la fin du 20e siècle], *Journal of Infectious Diseases,* vol. 184, p. 799-802, 2001.

Stirling, R., J. Aramini, A. Ellis, G. Lim, R. Meyers et coll. Éclosion de cryptosporidiose d'origine hydrique, North Battleford (Saskatchewan), printemps 2001, *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 27, nº 22, p. 185-192, 2001.

Sutherst, R. Global change and human vulnerability to vector-borne diseases [Changement climatique et vulnérabilité des humains aux maladies à transmission vectorielle], *Clinical Microbiology Reviews,* vol. 17, nº 1, p. 136-173, 2004.

Ternes, T.A., M. Stumpf, J. Mueller, K. Haberer, R.-D. Wilken et coll. Behavior and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants – I. Investigations in Germany, Canada and Brazil [Occurrence et comportement des œstrogènes trouvés dans les eaux usées municipales traitées par des stations d'épuration], *Science of the Total Environment,* vol. 225, p. 81-90, 1999.

Thier, A. Balancing the risks: Vector control and pesticide use in response to emerging illness [Doser les risques : la lutte contre les vecteurs et l'utilisation de pesticides dans un contexte de maladies émergentes], *Journal of Urban Health,* vol. 78, p. 372-381, 2001.

Thomas, M.K., D.F. Charron, D. Waltner-Toews, C.J. Schuster, A.R. Maarouf et coll. A role of high impact weather events in waterborne disease outbreaks in Canada, 1975 – 2001 [Rôles des événements météorologiques ayant de grandes répercussions sur les éclosions de maladies d'origine hydrique au Canada de 1975 à 2001], *International Journal of Environmental Health Research,* vol. 16, nº 3, p. 167-180, 2006.

Thompson, T.S. Nitrate concentrations in private rural drinking water supplies in Saskatchewan, Canada [Concentration des nitrates dans les sources privées d'approvisionnement en eau potable en Saskatchewan, au Canada], *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology,* vol. 66, nº 1, p. 64-70, 2001.

Todd, E.C. Toxi-infections alimentaires dues à la consommation de poisson et de fruits de mer et leur prévention au Canada, *Revue scientifique et technique,* vol. 16, nº 2, p. 661-672, 1997.

Tsai, T.F. et T.P. Monath. Viral diseases in North America transmitted by arthropods or from vertebrate reservoirs [Maladies virales transmises par des arthropodes ou provenant de vertébrés réservoirs en Amérique du Nord], dans R.D. Feigin et J.D. Cherry, (dir.), *Textbook of pediatric infectious diseases,* vol. II, 2e éd., Philadelphie, WB Saunders, p. 1417-1456, 1987.

Tsao, J.I., J.T. Wootton, J. Bunikis, M.G. Luna, D. Fish et coll. An ecological approach to preventing human infection: Vaccinating wild mouse reservoirs intervenes in the Lyme disease cycle [Une approche écologique de prévention des infections humaines : la vaccination des souris sauvages réservoirs a des effets sur le cycle de la maladie de Lyme], *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America,* vol. 101, no 52, p. 18159-18164, 2004.

Turell, M.J., M.R. Sardelis, M.L. O'Guinn et D.J. Dohm. Potential vectors of West Nile virus in North America [Vecteurs possibles du virus du Nil occidental en Amérique du Nord], dans J. Mackenzie, A. Barrett et V. Duebel (dir.), *Japanese encephalitis and West Nile viruses: Current topics in microbiology and immunology,* Berlin, Springer-Verlag, p. 241-252, 2003.

United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs (U.K. DEFRA) *Impacts of climate change on India – Impacts of climate change on human health in India Key Sheet* [Impact des changements climatiques en Inde – Publication sur l'impact des changements climatiques sur la santé humaine en Inde], joint UK – India project, U.K. DEFRA, 2005. Consulté le 22 novembre 2006, à l'adresse http://www.defra.gov.uk/environment/climatechange/internat/devcountry/india2.htm

Vamvakas, E.C., S. Kleinman, H. Hume et G.D. Sher. The development of West Nile virus safety policies by Canadian blood services: Guiding principles and a comparison between Canada and the United States [Élaboration de politiques relatives à la sécurité concernant le virus du Nil occidental par la Société canadienne du sang : principes directeurs et comparaison entre le Canada et les États-Unis], *Transfusion Medicine Reviews,* vol. 20, no 2, p. 97-109, 2006.

VanLeeuwen, J.A., D. Waltner-Toews, T. Abernathy, B. Smit et M. Shoukri. Associations between stomach cancer incidence and drinking water contamination with atrazine and nitrate in Ontario (Canada) agroecosystems, 1987 – 1991 [Corrélation entre l'incidence de cancer de l'estomac et la contamination de l'eau potable par l'atrazine et les nitrates dans les agroécosystèmes de l'Ontario (Canada), 1987 – 1991], *International Journal of Epidemiology,* vol. 28, no 5, p. 836-840, 1999.

Vinetz, J.M., G.E. Glass, C.E. Flexner, P. Mueller et D.C. Kaslow. Sporadic urban leptospirosis [Lepstospirose sporadique dans le milieu urbain], *Annals of Internal Medicine,* vol. 125, no 10, p. 794-798, 1996.

Warshawsky, B., L.R. Lindsay et H. Artsob. Leptospira infections in trappers from Ontario [Présence d'infections à *Leptospira* chez des trappeurs de l'Ontario], *Journal canadien des maladies infectieuses,* vol. 11, no 1, p. 47-51, 2000.

Watt, W.E., D. Waters et R. McLean. *Climate variability and urban stormwater infrastructure in Canada: Context and case studies* [Variabilité du climat et infrastructure de gestion des eaux de ruissellement en milieu urbain : contexte et étude de cas], Rapport d'étude de la région de Toronto – Niagara et Série de documents de travail, Rapport 2003–1, Waterloo, Ont., Service météorologique du Canada, 2003.

Weir, E. Hantavirus: 'Tis the season [Apparition de cas d'infections à hantavirus]. *Journal de l'Association médicale canadienne,* vol. 173, no 2, p. 147, 2005.

Weise, A.M., M. Levasseur, F.J. Saucier, S. Senneville, A. Vézina et coll. *The role of rainfall, river run-off and wind on toxic A.* tamarense *bloom dynamics in the Gulf of St. Lawrence (eastern Canada): Analysis of historical data* [Rôle des précipitations, du débit des rivières et du vent sur la dynamique de la floraison de A. *tamarense* dans le golfe du St-Laurent (Est du Canada) : Analyse de données historiques], Rapport rédigé pour le Fond d'action pour le changement climatique, Ressources naturelles Canada, Ottawa, 2001.

Weller, G. et M. Lange. Impacts of global climate change in the Arctic regions. Report from a workshop on the impacts of global change [Répercussions du changement climatique mondial dans les régions arctiques. Rapport réalisé par un groupe de travail sur les conséquences du changement mondial], Fairbanks, International Arctic Science Committee and University of Alaska Fairbanks, 1999.

Wenzel, R.P. A new hantavirus infection in North America [Apparition d'une nouvelle infection à hantavirus en Amérique du Nord], *New England Journal of Medicine,* vol. 330, nº 14, p. 1004-1005, 1994.

Wing, S., S. Freedman et L. Band. Potential impact of flooding on confined animal feeding operations in eastern North Carolina [Impact éventuel des inondations sur les exploitations confinées d'engraissement d'animaux dans l'Est de la Caroline du Nord], *Environmental Health Perspectives,* vol. 110, nº 4, p. 387-391, 2002.

Wormser, G.P. Prevention of Lyme borreliosis [Prévention de la borréliose de Lyme], *Wien Klin Wochenschr,* vol. 117, nº 11-12, p. 385-391, 2005.

Zingone, A. et H.O. Enevoldsen. The diversity of harmful algal blooms: A challenge for science and management [La diversité des fleurs d'eau : un défi pour la science et un problème de gestion], *Ocean and Coastal Management,* vol. 43, p. 725-748, 2000.

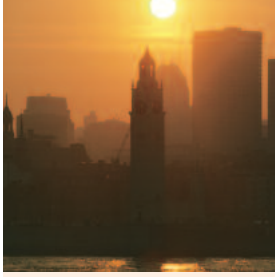
Zucker, J.R. Changing patterns of autochthonous malaria transmission in the United States: A review of recent outbreaks [Changement des modalités de transmission du paludisme chez les Autochtones des États-Unis : une synthèse des éclosions récentes], *Emerging Infectious Diseases,* vol. 2, nº 1, p. 37-43, 1996.

Chapitre 6

Les effets des changements climatiques sur la santé au Québec

Pierre Gosselin
Diane Bélanger
Bernard Doyon

Collaboratrices :
Mélissa Giguère
Marie-Andrée Lévesque



Chapitre 6

TABLE DES MATIÈRES

6.1 Introduction 245

6.2 Bref portrait du Québec 246

6.2.1 Géographie 246

6.2.2 Données socio-économiques de base 247

6.2.2.1 Population et démographie 247

6.2.2.2 Économie 248

6.2.3 L'organisation administrative de la santé 249

6.2.4 Les objectifs de santé publique et les programmes d'intérêt 250

6.2.5 Autres politiques provinciales et municipales 250

6.2.6 État de la surveillance et du monitoring 252

6.2.7 Ouranos et la santé publique 252

6.3 État des initiatives d'adaptation reliées aux changements climatiques, 2004 – 2007 253

6.3.1 Contexte 253

6.3.2 Méthodologie 253

6.3.3 Vagues de chaleur et îlots thermiques urbains 254

6.3.3.1 Contexte 254

6.3.3.2 Adaptations présentes 255

6.3.3.3 Adaptations requises 256

6.3.3.4 Synthèse 256

6.3.4 Préparation aux urgences et aux événements climatiques extrêmes (ECE) 257

6.3.4.1 Contexte 257

6.3.4.2 Adaptations présentes 258

6.3.4.3 Adaptations requises 259

6.3.4.4 Synthèse 259

6.3.5 Eaux 259

6.3.5.1 Contexte 259

6.3.5.2 Adaptations présentes 260

6.3.5.3 Adaptations requises 260

6.3.5.4 Synthèse 261

6.3.6 Maladies vectorielles et zoonoses 261

6.3.6.1 Contexte 261

6.3.6.2 Adaptations présentes 262

6.3.6.3 Adaptations requises 262

6.3.6.4 Synthèse 263

6.3.7 Autres sujets 263

6.3.7.1 Les rayons ultraviolets (UV) 263

6.3.7.2 Qualité de l'air 264

6.3.7.3 Communication stratégique et outils de recherche 265

6.3.8 Synthèse 265

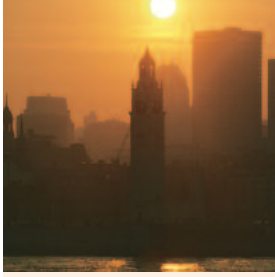
6.4 Modélisation historique et simulation de la mortalité pour 2020, 2050 et 2080 268

6.4.1 Introduction 268

6.4.2 Méthodologie 268

Chapitre 6

6.4.3 Résultats 271
6.4.3.1 Modélisation historique 271
6.4.3.2 Estimation de la mortalité pour des climats futurs simulés 272
6.4.3.3 Modèles et projections par groupes d'âge 275
6.4.4 Discussion 276
6.4.5 Prochaines étapes 279
6.5 Vagues de chaleur, vagues de froid, et adaptations actuelles et futures 280
6.5.1 Introduction 280
6.5.2 Méthodologie 280
6.5.2.1 Population à l'étude 280
6.5.2.2 Échantillon 281
6.5.2.3 Collecte des données 281
6.5.2.4 Développement du questionnaire 281
6.5.2.5 Renseignements recueillis 282
6.5.2.6 Analyse 282
6.5.3 Vagues de chaleur 282
6.5.3.1 Adaptations actuelles 282
6.5.3.2 Suggestions d'adaptations futures 287
6.5.4 Vagues de froid 292
6.5.4.1 Adaptations actuelles 292
6.5.4.2 Suggestions d'adaptations futures 295
6.5.5 Perceptions actuelles des changements climatiques et adaptations futures 298
6.5.5.1 Perceptions actuelles 298
6.5.5.2 Suggestions d'adaptations futures 301
6.5.6 Conclusion 305
6.5.7 Synthèse 306
6.6 Perceptions des gestionnaires municipaux et de la santé publique 307
6.6.1 Introduction 307
6.6.2 Méthodologie 309
6.6.3 Résultats 310
6.6.4 Discussion 312
6.6.4.1 Accroissement de la température moyenne durant l'hiver 312
6.6.4.2 Augmentation des événements climatiques extrêmes durant l'été et l'hiver 313
6.6.4.3 Contribution des causes anthropiques aux changements climatiques 313
6.6.4.4 Certitude de la réalité des changements climatiques 313
6.6.4.5 Préoccupation en rapport avec les changements climatiques 314
6.6.4.6 Impacts des changements climatiques sur le plan régional 315
6.6.4.7 Nécessité d'implanter des programmes régionaux spécifiques aux changements climatiques 316
6.6.4.8 Commentaires sur la validité et la fiabilité des résultats 318
6.6.5 Synthèse 319
6.7 Conclusion 321
6.8 Références 324



6.1 INTRODUCTION

Lorsque Santé Canada a décidé de lancer le projet *Santé humaine et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada,* en 2003, certains éléments ont contribué au développement d'un volet régional plus détaillé portant sur le Québec.

Plusieurs projets de recherche portant sur les effets des changements climatiques sur la santé s'y déroulaient en effet depuis 1999 sur plusieurs thèmes (milieu nordique, pollens, criminalité, effets des vagues de chaleur), avec le support du C-CIARN (Réseau canadien de recherches sur les impacts climatiques et l'adaptation), de Santé Canada, du ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) et du consortium Ouranos[1]. De plus, d'autres initiatives à développer étaient alors en discussion entre les mêmes partenaires, notamment sur les volets des adaptations aux changements climatiques parmi la population générale et certains gestionnaires publics, et sur la modélisation des effets sur la santé pour prédiction future à une échelle plus fine que celle des modèles globaux du climat, ainsi que plusieurs autres projets. L'ensemble de ces études visait à mieux comprendre et à faciliter la mise en place de mesures d'adaptation de santé publique dans un proche avenir.

La sévère canicule européenne de l'été 2003 a grandement accéléré la prise de décision de ces partenaires quant à la pertinence d'aller de l'avant avec un bilan plus détaillé pour le Québec. Cet événement climatique extrême venait s'ajouter à certains autres qui avaient marqué la mémoire collective au Canada dans la dernière décennie, dont les inondations du Saguenay en 1996 et la tempête de verglas de 1998 qui a touché principalement la région au sud de Montréal. Les coûts de ces événements pour les contribuables et les organismes se sont élevés à plusieurs milliards de dollars en plus des effets non monétaires qui parfois étaient même de plus longue durée. La sensibilité très grande de la population québécoise, favorable à ce moment à près de 90 % envers les engagements internationaux concernant la réduction des gaz à effet de serre (Centre de recherche sur l'opinion publique (CROP), 2002), venait compléter le contexte de cette prise de décision.

À l'automne 2003, le MSSS décidait de joindre pour cinq ans le consortium Ouranos avec lequel il collaborait déjà. Puis, le ministère demandait formellement, au début de 2004, à huit directions régionales de santé publique de mettre en œuvre des plans d'intervention d'urgence en cas de vagues de chaleur accablante, pour 2007 au plus tard. Un mandat était aussi confié au même moment à l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) pour réaliser plusieurs études sur les impacts et adaptations, en collaboration avec Ouranos, et pour coordonner la recherche en la matière, en interaction avec le réseau de santé publique, les universités et Santé Canada.

Une évaluation pour le Québec a pu se concrétiser grâce au contexte de gouvernance des interventions de santé publique déjà bien organisé et amorcé en matière de changements climatiques. La présence du consortium Ouranos et d'une approche multi et interdisciplinaire liant les sciences du climat et la recherche sur les adaptations et la santé ont permis la mobilisation des ressources et des compétences déjà existantes. De plus, les réformes québécoises

1 Ouranos est un consortium de recherche créé en 2001 qui travaille sur la climatologie régionale et l'adaptation aux changements climatiques, centré d'abord sur le Québec mais aussi actif à l'échelle canadienne et internationale (Ouranos, 2004).

récentes en matière de surveillance de l'état de santé et de la gestion des urgences, ainsi que l'existence d'un réseau de santé publique déjà actif au niveau sous-régional pour les questions de changements climatiques, ont constitué les éléments sous-jacents de cette approche régionale plus détaillée.

Ce chapitre comporte sept sections, incluant l'introduction. La section 6.2 présente des données contextuelles pour décrire certaines caractéristiques de base de la province au niveau géographique, socio-économique, administratif, et sanitaire; ceci sera utile au lecteur moins familier avec le Québec pour comprendre la suite. Les quatre autres sections concernent des études réalisées dans le cadre de ce mandat. Ainsi, la section 6.3 trace un bilan des activités d'adaptation déjà existantes utiles à la santé publique; la section 6.4 rapporte certains résultats issus d'une modélisation de la mortalité historique pour la période 1981 – 2001 avec simulations pour le futur (2020, 2050, 2080), selon deux scénarios climatiques. Les sections 6.5 et 6.6 réfèrent à des enquêtes portant sur les perceptions et adaptations en rapport avec les changements climatiques parmi la population québécoise (section 6.5) et les gestionnaires municipaux et de la santé (section 6.6). La section 6.7 conclut par une synthèse de la situation actuelle, un résumé des principaux constats, et des recommandations ou suggestions pour les étapes futures en matière d'adaptations de santé publique aux changements climatiques.

Il est à noter que le Québec nordique, soit les régions situées au nord du 50^{e} parallèle et couvrant notamment les immenses territoires de la Baie James, de la Baie d'Hudson, et de l'Ungava (voir figure 6.1), n'ont pas été inclus pour discussion dans ce chapitre, car l'évaluation des répercussions pour ces régions est traitée au chapitre 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien.

6.2 BREF PORTRAIT DU QUÉBEC

6.2.1 Géographie

Le Québec est l'une des 10 provinces canadiennes. Sa superficie est de 1 667 441 km^{2}, et il est situé entre 45° et 62° de latitude nord et entre 57° et 79° de longitude ouest; plus de 99 % de la population québécoise vit au sud du 50^{e} parallèle (Gouvernement du Québec (GQ), 2006e). Son territoire est délimité au nord par l'océan Arctique, au sud par les États-Unis et le Nouveau-Brunswick, à l'ouest par les baies James et d'Hudson et l'Ontario et à l'est par l'océan Atlantique, et le Labrador. La topographie est plutôt plane avec un réseau routier très bien développé. Le territoire compte 3 % des réserves d'eau douce mondiale (ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), 2002b). Long de 3 058 km, le fleuve Saint-Laurent est le cours d'eau le plus important au Québec; plus de 80 % de la population vit le long de ses rives ou de celles de ses tributaires et plus de la moitié des Québécois y puisent leur eau potable.

Le Québec connaît une grande diversité climatique avec quatre saisons distinctes. Selon la latitude, les températures moyennes en été varient entre 5 et 20 °C et en hiver de -25 à -10 °C. Les précipitations annuelles totales (pluie et neige) sont aussi distinctes selon les secteurs de la province et atteignent annuellement entre 500 et 1 200 mm. Il existe quatre types principaux de climat sur le territoire québécois : un climat continental humide tempéré au sud du 50^{e} parallèle, un climat subarctique caractérisé par des températures plus froides et des précipitations moins abondantes dans le Nord, un climat arctique dans l'extrême nord et un climat maritime dans la région du golfe du Saint-Laurent.

La diversité du climat favorise plusieurs types de végétation, allant de la forêt feuillue au sud et, en progression vers le nord, la zone de forêt mixte, la zone de forêt boréale, la taïga et enfin la toundra à l'extrême nord. Les forêts recouvrent plus de la moitié du territoire, et la population se concentre dans les zones de forêts feuillue et mixte.

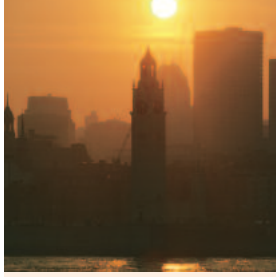


Figure 6.1 Le Québec

Nota : le 50e parallèle est situé entre Sept-Îles et Matagami.

6.2.2 Données socio-économiques de base

6.2.2.1 Population et démographie

En 2006, le Québec comptait 7,6 millions de personnes dont 3,6 millions habitent la grande région montréalaise; cette région comporte une superficie d'environ 4000 km^2, et ses municipalités proviennent de 5 régions administratives (Ville de Montréal, 2005; Institut de la statistique du Québec (ISQ), 2006c). La densité démographique globale est très faible avec 5,8 habitants par km^2, mais la densité de l'écoumène est de 36 habitants par km^2. À part la majorité francophone (82 %), on y retrouve une communauté anglophone d'environ 590 000 personnes, près de 600 000 allophones d'immigration récente et environ 80 000 Autochtones (Amérindiens et Inuits). La communauté autochtone vit généralement sur des réserves ou établissements administrés par un conseil de bande. Les Inuits habitant les régions situées à l'extrême nord, vivent dans des villages dirigés par un maire et ses conseillers. Les communautés d'origine ethnique autre que française ou britannique représentent environ 18 % de la population québécoise (ISQ, 2003b). Le Québec accueille quelque 40 000 immigrants annuellement et en 2001, ceux-ci étaient majoritairement d'origine européenne (40,3 %), asiatique (26,9 %), africaine (11,5 %) et américaine (11,2 %).

Le territoire est divisé en 17 régions administratives, 103 municipalités régionales de comté, 1264 municipalités et 78 territoires amérindiens. Neuf municipalités (Montréal, Québec, Longueuil, Laval, Gatineau, Sherbrooke, Saguenay, Lévis et Trois-Rivières) comptent plus de 100 000 habitants.

Un mouvement migratoire vers la région de Montréal, ses régions limitrophes et la région de l'Outaouais est entamé et anticipé pour les 20 prochaines années. La RMR (région métropolitaine de recensement) de Montréal présente la plus grande diversité linguistique et ethnique avec des langues maternelles majoritairement française (67 %) ou anglaise (12 %) (ISQ, 2006d). Les langues non officielles les plus parlées au Québec sont l'espagnol (3,2 %), l'italien (2,7 %) et l'arabe (1,6 %) (Patrimoine canadien, 2006).

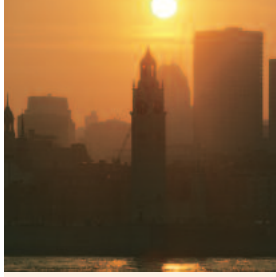
Le Québec, comme la majorité des pays industrialisés, connaît un phénomène de vieillissement de sa population avec un âge moyen en 2004 de 39,3 ans. Les tendances démographiques (fécondité, mortalité, migration) indiquent que la société québécoise devrait se classer parmi les plus vieilles du monde dans environ 40 ans. En 1986, il y avait 7 personnes de 15 à 64 ans pour chaque personne de 65 ans et plus, alors que les projections pour 2031 annoncent qu'il n'y en aura que 2,2 (ISQ, 2003a; Gouvernement du Québec, 2006b).

6.2.2.2 Économie

Le Québec possède un produit intérieur brut (PIB) en dollars enchaînés (2002) de près de 250 milliards de dollars canadiens, en décembre 2005, soit environ 20 % du PIB canadien total (ISQ, 2006a). Près des trois-quarts de celui-ci provient du secteur des services. Le PIB québécois classerait la province parmi les 20 pays les plus industrialisés de l'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE). Le PIB par personne du Québec peut être comparé à celui de l'Angleterre et du Japon et il est supérieur à près de 5 % à la moyenne de celui des 20 pays les plus industrialisés de l'OCDE. Le revenu personnel disponible[2] par habitant est cependant toujours inférieur d'environ 8 à 10 % à la moyenne canadienne, sur une base historique. Il se situait à 23 240 $ par habitant (estimé) en 2006 (ISQ, 2006b).

Chacune des régions administratives du Québec possède des forces économiques qui lui sont propres. Le dynamisme économique du Québec repose principalement sur le secteur de la science et de la technologie (l'aérospatiale, les technologies de l'information, les biotechnologies, le matériel de transport terrestre, les produits forestiers et l'industrie pharmaceutique) et sur le secteur du tourisme qui accueille 27,5 millions de touristes annuellement et emploie près de 130 000 personnes œuvrant dans quelque 30 000 entreprises. Les ressources naturelles (forestières et minières) et les ressources énergétiques sont aussi au cœur de l'économie québécoise. Fait à noter, l'hydroélectricité y occupe 96 % de la production électrique, une situation inhabituelle que l'on ne retrouve que rarement ailleurs dans le monde (Manitoba (99 %), Norvège (plus de 99 %) (Energy Information Administration, 2002; Manitoba Energy, Science and Technology, 2003), avec une pointe de demande en puissance l'hiver étant donné que de nombreuses résidences sont chauffées à l'électricité. Ses ressources minières classent le Québec parmi les dix principaux producteurs miniers mondiaux. Le Québec connaît une augmentation de ses exportations actuellement grâce aux accords de commerce international et l'ALENA, qui augmentent la capacité du Québec à concurrencer le marché international. Les États-Unis sont le principal partenaire économique du Québec (88 % des exportations). La totalité du commerce extérieur québécois en 2006 représentait 150 milliards de dollars canadiens, ou environ 54 % de son PIB (Ministère du Développement économique de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE), 2007).

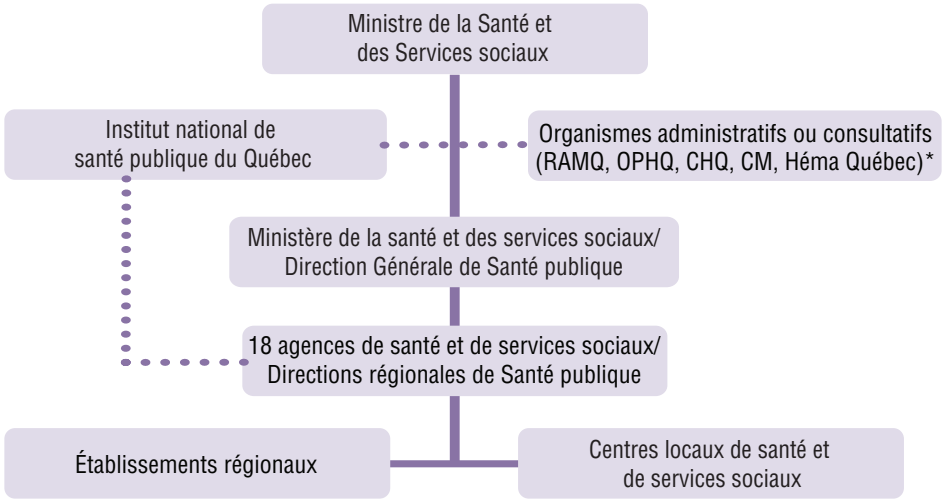
2 Le revenu personnel disponible est défini comme le solde du revenu personnel après le paiement des impôts directs des particuliers et divers autres droits, licences et permis y compris les primes d'assurance-hospitalisation et d'assurance-maladie en excluant les impôts indirects. Le revenu personnel disponible représente un concept de revenu plus discrétionnaire que celui du revenu personnel (Eco-Santé, 2005b).



6.2.3 L'organisation administrative de la santé

Les services de santé et les services sociaux sont intégrés au sein d'une même administration, contrôlée entièrement par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), et divisée en paliers central, régional et local (figure 6.2). Le territoire québécois est divisé en 18 régions sociosanitaires régies par les Agences de la santé et des services sociaux, au sein desquelles on retrouve des Directions de santé publique. Ces régions s'harmonisent aux limites des régions administratives gouvernementales, à l'exception de celles de la Mauricie et du Centre du Québec qui sont fusionnées en une région sociosanitaire et de la région administrative du nord du Québec qui est séparée en trois parties (Nunavik, Terres-Cries-de-la-Baie James et Nord-du-Québec), en raison notamment de l'immensité du territoire et des particularités ethnoculturelles de la population.

Figure 6.2 La santé publique au sein du système de santé et de services sociaux du Québec



* RAMQ : Régie de l'Assurance-maladie du Québec
OPHQ : Office des personnes handicapées du Québec
CHQ : Corporation d'hébergement du Québec
CM : Conseil du medicament

Source : MSSS, 2005.

Au palier central, le MSSS établit les grandes orientations et alloue les ressources budgétaires. Au palier régional, les Agences de la santé et des services sociaux sont responsables de la planification régionale, de la gestion des ressources ainsi que de l'allocation budgétaire aux établissements. Au palier local, les 95 Centres de santé et de services sociaux (CSSS) et autres intervenants partagent collectivement une responsabilité envers la population d'un territoire local, qu'ils concrétisent à l'intérieur d'un projet clinique et organisationnel. Une direction régionale de santé publique, sise au sein des agences, coordonne les activités régionales du programme de santé publique, en interaction avec les CSSS et autres partenaires hors du réseau de la santé. Le directeur régional de santé publique est nommé directement par le ministre, sur recommandation de l'Agence régionale, et il possède une grande marge de manœuvre professionnelle dans le cadre des lois en vigueur.

Le réseau de santé publique peut aussi compter sur l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) dont le mandat est d'améliorer l'état de santé et de bien-être de la population (INSPQ, 2006c). L'INSPQ compte plus de 500 employés et fournit au MSSS et aux Agences régionales du support dans les domaines de l'expertise, la recherche, les laboratoires, la formation et les affaires internationales. Les divers acteurs de la santé publique se coordonnent depuis une vingtaine d'années par le biais de tables de concertation en santé publique, santé au travail, santé environnementale, maladies infectieuses, surveillance et promotion de la santé. Ces tables regroupent périodiquement les représentants des 18 régions, de l'INSPQ, du MSSS et de plusieurs invités selon les dossiers, avec un secrétariat permanent. Ces rencontres visent la coordination, la planification, le transfert de connaissances et la mise en commun des ressources.

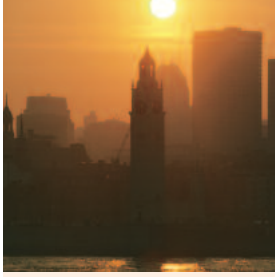
En décembre 2005, le réseau de la santé et des services sociaux du Québec comptait 315 établissements, dont 199 étaient publics. Ces établissements publics incluent des Centres de santé et de services sociaux (services hospitaliers aigus, soins à domicile, services sociaux), des hôpitaux universitaires, des Centres jeunesse, des Centres de réadaptation, des Centres d'hospitalisation longue durée (CHLD) et des centres d'accueil pour personnes âgées. Les 116 autres établissements sont privés et constitués presque exclusivement de CHLD. À cela, s'ajoute les quelque 1500 cliniques médicales privées et 4000 organismes communautaires actifs en santé et services sociaux. Près de 7 % de la population active du Québec, soit environ 250 000 personnes, travaille dans le domaine de la santé et des services sociaux. Chacune des 18 régions sociosanitaires compte un ou plusieurs CSSS, centres hospitaliers, centres de réadaptation et centres de protection de l'enfance et de la jeunesse.

6.2.4 Les objectifs de santé publique et les programmes d'intérêt

La *Loi sur la santé publique,* en vigueur depuis décembre 2001, vise la protection et le maintien de la santé de la population avec un programme national de santé publique, des plans d'action régionaux et une surveillance sanitaire accrue. C'est en 2003 que le *Programme national de santé publique (2003 – 2012)* a vu le jour. Ses objectifs généraux sont de : modifier les déterminants de santé et de bien-être et d'améliorer la santé et le bien-être en réduisant les problèmes de santé, les problèmes psychosociaux ou les traumatismes. Les objectifs de maintien de la qualité de l'air, de surveillance des maladies infectieuses et de lutte à la pauvreté sont très pertinents dans un contexte de changements climatiques. Celui-ci y est abordé de façon spécifique dans la fonction de recherche et innovation ainsi que dans le domaine d'intervention de la santé environnementale (MSSS, 2003a). L'INSPQ s'implique au niveau de la recherche, ce qui inclut des travaux portant sur les changements climatiques, la formation de chercheurs et la publication de leurs travaux (INSPQ, 2006a).

6.2.5 Autres politiques provinciales et municipales

Diverses politiques gouvernementales sur les logements sociaux, la protection civile, la gestion de l'eau, et le développement durable sont des outils complémentaires aux programmes de santé publique susmentionnés pour mettre en place les moyens requis pour faire face aux changements climatiques. La Société d'habitation du Québec (SHQ) administre plusieurs programmes qui visent à améliorer le nombre et la qualité de logements sociaux au Québec (SHQ, 2006). Depuis 2001, la *Loi sur la sécurité civile* définit les domaines d'organisation et d'actions de la sécurité civile, les différents acteurs et leurs responsabilités, dont celles des municipalités dans la réalisation et la mise en pratique de leur plan d'urgence (Ministère de la Sécurité publique (MSP), 2005).



L'article 16 de la Loi confère aux municipalités l'obligation de définir et de caractériser pour leur territoire, des objectifs de réduction de vulnérabilité aux risques de sinistres majeurs ainsi que les mesures requises pour les atteindre. Ce changement amorce la mise en place d'une culture de prévention plutôt que de simple réaction aux sinistres.

Le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) s'est doté en 2002 d'une politique de l'eau (*Politique nationale de l'eau*) qui synthétise bien les enjeux hydriques du Québec (MDDEP, 2002c). Suite à cette politique, des modifications ont été apportées au règlement sur la qualité de l'eau potable afin de s'assurer que les petits réseaux de distributions fournissent de l'eau potable de qualité et que les employés des centres de traitement des eaux soient formés adéquatement (MDDEP, 2005b). Une entente internationale portant sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent a été signée par deux provinces canadiennes (dont le Québec) et 8 états américains (MDDEP, 2005c). La récente *Loi sur le développement durable* vise à encadrer le développement durable au Québec et constitue un premier pas vers une politique de développement durable (MDDEP, 2006b). La plus récente Politique de la santé et du bien-être date de 1992 et n'inclut pas de mesures pour faire face aux changements climatiques (MSSS, 1992). Des mesures concernant la santé publique sont cependant prévues au *Plan d'action 2006 – 2012 sur les changements climatiques* du gouvernement du Québec, annoncé à la fin juin 2006 (Gouvernement du Québec, 2006c), et sont discutées dans les deux sections suivantes.

Certaines initiatives municipales sont aussi à souligner. Ainsi, en raison de leurs responsabilités en matière d'aménagement du territoire et d'urbanisme, les municipalités sont responsables du zonage et révisent présentement les périmètres d'urbanisation où seront permises les futures constructions de bâtiments de toute nature. La prise en compte des nouvelles cartographies de zones inondables devrait être mise progressivement en vigueur ces prochaines années. L'Union des municipalités du Québec (UMQ) s'est aussi dotée de plusieurs politiques et programmes pertinents en matière de changements climatiques. Ainsi, le programme GES-Énergie municipalités (GESEM) est une initiative visant à réduire les émissions de gaz à effet de serre (GES) des municipalités. Plus de 200 municipalités sont déjà inscrites au programme (UMQ, 2006) et plusieurs résultats concrets ont déjà été notés. La ville de Québec, par exemple, s'est dotée en 2004 d'un plan qui réduira de 22 % ses émissions de GES d'ici 2010 (Ville de Québec, 2004). Ce plan montre déjà plusieurs résultats concrets (Ville de Québec, 2006). Le rôle central des municipalités dans le développement et la mise en œuvre de politiques en matière de recyclage, de transport ou d'environnement, de même que leur leadership pour les plans d'urgence en sécurité civile, en font des acteurs de premier plan en adaptation aux changements climatiques.

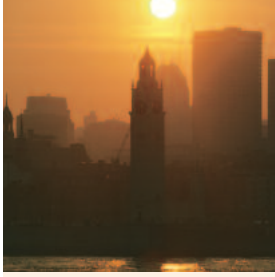
6.2.6 État de la surveillance et du monitoring

Le Programme provincial de santé publique inclut un programme de surveillance qui vise à connaître et à faire connaître l'état de santé de la population et consiste à acquérir, produire et diffuser des données (MSSS, 2003a). Le programme de surveillance actuel inclut le suivi de plus de 150 indicateurs (mortalité, morbidité, déterminants de la santé, services, etc.) et le développement de plusieurs dizaines d'indicateurs supplémentaires au cours des 5 prochaines années. Ces outils pourront être adaptables à un contexte de changements climatiques car ils permettent la flexibilité au niveau de la production d'analyses portant sur des problèmes prioritaires ou émergents et des analyses prospectives (simulations) ciblant certains problèmes de santé, dont ceux liés aux changements climatiques.

La centralisation, depuis 2004, de l'acquisition des données via l'*Infocentre de santé publique de l'INSPQ* est une initiative qui met en place un ensemble d'outils de surveillance provinciale, une étape essentielle dans la compréhension à grande échelle des problèmes de santé. Toutes les grandes banques de données y sont ou seront logées (ou encore accessibles par des ententes), y compris les données météorologiques, les simulations climatiques, les données de pollution environnementale, etc. Le plan de travail actuel prévoit donc le développement d'indicateurs liés aux changements climatiques au sein de l'Infocentre de santé publique. Ceci inclura notamment un volet incorporant certaines analyses spatiales et temporelles liées au climat pour certaines maladies infectieuses à déclaration obligatoire, la mise sur pied d'un système de surveillance des effets sur la santé physique et mentale des événements climatiques extrêmes, et des améliorations au système destiné aux alertes lors de canicules pour un suivi en temps réel et de manière coordonnée. L'INSPQ participe aussi au développement sur Internet d'un Atlas des vulnérabilités de santé publique aux changements climatiques (Gosselin, 2005). Toutes ces initiatives récentes ont pour horizon la période 2006 – 2012.

6.2.7 Ouranos et la santé publique

Ce consortium multidisciplinaire en recherche et développement sur les changements climatiques et de l'adaptation est formé de quelque 250 scientifiques provenant de 10 ministères provinciaux, d'un ministère fédéral, d'une société d'état (Hydro-Québec) et de quatre universités. Le MSSS s'y est joint en 2004 de façon formelle, quoique des projets conjoints en santé y aient été amorcés depuis 2002. Les activités de recherche incluent 10 programmes comprenant une soixantaine de projets, dont 10 projets qui font partie du programme santé 2006 – 2009, adopté en mars 2006. L'INSPQ est mandaté par le MSSS pour coordonner et effectuer une partie des recherches sur les effets santé des changements climatiques et sur les adaptations requises, en collaboration avec les régions, les partenaires d'Ouranos et Santé Canada.



6.3 ÉTAT DES INITIATIVES D'ADAPTATION RELIÉES AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES, 2004 – 2007

6.3.1 Contexte

Les changements climatiques provoqueront des effets diversifiés. Selon toutes les autorités internationales (Organisation mondiale de la santé (OMS), 2003; Nations Unies, 2007a, 2007b) et de nombreuses corporations multinationales (Earth Institute, 2007), des solutions proactives doivent être mises en place dès maintenant afin de créer des mesures d'adaptation et d'atténuation de ces effets. Les autorités nationales et internationales de santé ont ciblé six thèmes d'adaptation essentiels à la santé humaine : les vagues de chaleur et îlots de chaleur urbains, la préparation aux événements climatiques extrêmes (ECE), l'eau et la nourriture, les maladies vectorielles et zoonoses (OMS, 2003; Warren et coll., 2004; Menne et Ebi, 2006), ainsi que l'exposition aux rayons ultraviolets et la qualité de l'air. Le MSSS, l'INSPQ et le consortium Ouranos s'occupent de ces domaines au niveau du Québec. Cette section présente un portrait des efforts en cours, ou en voie de l'être au Québec en termes d'adaptations aux changements climatiques pouvant prévenir ou atténuer les impacts négatifs sur la santé de ces sujets.

6.3.2 Méthodologie

Le portrait des initiatives d'adaptation actuelles pour chacun des six thèmes précédents a été réalisé à partir des informations répertoriées dans une analyse documentaire ainsi que par des entrevues téléphoniques semi-structurées. L'analyse documentaire (documents scientifiques et gouvernementaux) a été effectuée, en utilisant des moteurs de recherche généraux (Google) et spécialisés (p. ex., Medline et Web of Science) sur les six thèmes mentionnés ci-dessus en utilisant des sources publiées en français ou en anglais pour la période 1995 – 2005 et applicables au Québec. Des entrevues téléphoniques semi-structurées d'une quinzaine de minutes en moyenne ont été réalisées auprès d'un échantillon intentionnel non-aléatoire d'informateurs clés provenant de milieux institutionnels publics et privés (p. ex., soins et services de santé, santé et sécurité au travail, protection de la qualité de l'air, climat urbain, gestion du territoire et mesures environnementales, technologie de climatisation, législation environnementale et sécurité publique). Ces informateurs clés provenaient des 15 régions administratives du sud du Québec, le volet nordique faisant l'objet du chapitre 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien.

Les initiatives recensées pour la période 2004 – 2007 ont été évaluées en les comparant aux recommandations canadiennes, américaines ou internationales provenant de divers organismes tels le gouvernement français, la U.S. Environmental Protection Agency (U.S. EPA), les U.S. Centers for Disease Control (CDC), l'Organisation météorologique mondiale (OMM), l'OMS et Santé Canada, avec une emphase sur les sujets suivants : les vagues de chaleur et îlots de chaleur urbains, la préparation aux ECE, l'eau et la nourriture, et les maladies vectorielles et zoonoses. Les recommandations nationales et internationales en lien avec la santé ont été comparées avec les initiatives d'adaptation actuelles au Québec concernant les problématiques propres aux divers thèmes étudiés, et une synthèse des adaptations requises a été effectuée. Les résultats de ces portraits ont été publiés récemment (Giguère et Gosselin, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d). Les deux autres sujets présentés (soit les rayons ultraviolets et la pollution de l'air) n'ont pas encore été investigués en profondeur en raison des limites des ressources disponibles. Les liens entre la qualité de l'air et les changements climatiques au Canada sont décrits dans le Chapitre 4, Qualité de l'air, changements climatiques et santé.

6.3.3 Vagues de chaleur et îlots thermiques urbains

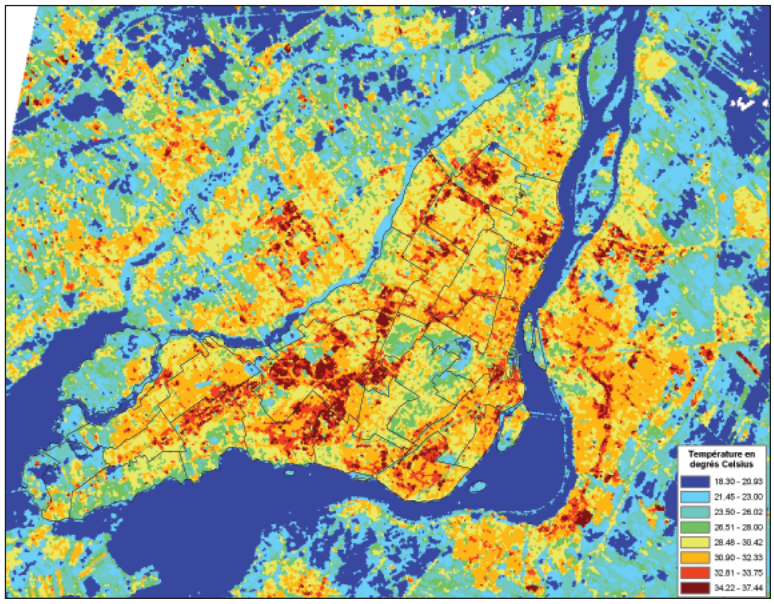
6.3.3.1 Contexte

Au Québec méridional, les modèles climatiques mondiaux prévoient que les températures moyennes augmenteront pour atteindre, d'ici la fin du siècle, de 2 à 3 °C supplémentaires en période estivale (Ouranos, 2004). Celles-ci s'accompagneront probablement d'un accroissement de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur (Warren et coll., 2004). La définition de vague de chaleur varie beaucoup d'un endroit à l'autre (Institut de veille sanitaire (InVS), 2003b). Pour le Québec, une alerte pour vague de chaleur est présentement émise lorsqu'Environnement Canada prévoit une période d'au moins trois jours consécutifs où la température diurne de l'air ambiant est supérieure à 33 °C et la température nocturne minimale à 20 °C ou plus, ou encore deux nuits où la température demeure à 25 °C ou plus (Direction de santé publique (DSP) de Montréal, 2004, 2006).

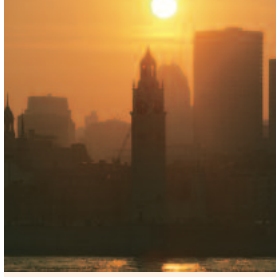
L'effet d'îlot thermique urbain (EITU) est généré par les recouvrements asphaltés et les matériaux des différentes infrastructures qui absorbent la chaleur et augmentent par le fait même la température de l'air ambiant de 0,5 à 5,6 °C (Oke, 1982) (figure 6.3). Ces phénomènes touchent une proportion importante de la population soit surtout les gens socio-économiquement défavorisés habitant en région urbaine, les personnes souffrant de maladies chroniques ou de problèmes cardio-respiratoires (incluant les enfants et les personnes âgées) (Patz et coll., 2000; Michelozzi et coll., 2005; Haines et coll., 2006).

Il n'y a pas encore de plan provincial général sur les mesures d'adaptation requises pour faire face aux canicules et aux EITU, bien que le MSSS requière pour 2007 que les directions de santé publique des sept régions sociosanitaires du sud de la province mettent en place des stratégies d'intervention spécifiques aux périodes de chaleur accablante dans leurs plans de mesures d'urgence (MSSS, 2006a). Les initiatives d'adaptation incluent aussi diverses brochures et programmes de formation sur les risques des canicules pour la population générale et certains groupes vulnérables telles les personnes âgées ou certains groupes de travailleurs (Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST, 2004; MSSS, 2004).

Figure 6.3 Exemple d'îlots thermiques dans la région montréalaise, été 2001



Source : Courtoisie de F. Guay, Consortium Ouranos.



6.3.3.2 Adaptations présentes

Les systèmes d'alertes aux canicules ont été préparés pour les neuf villes qui avaient plus de 100 000 habitants en 2004 – 2005, bien qu'aucun système n'ait eu à affronter une canicule réelle de longue durée jusqu'à présent; certaines des étapes initiales d'alerte de ces plans ont toutefois été mises en œuvre avec succès. Une simulation a aussi été menée pour l'île de Montréal (Santé Canada, 2005) et a permis de mettre en évidence certaines améliorations à apporter aux plans existants. Des projets de recherche sur le sujet des vagues de chaleurs et les EITU sont présentement planifiés ou initiés par le consortium Ouranos (tableau 6.1).

Tableau 6.1 Projets débutant dans le cadre du programme santé Ouranos (2006 – 2009)

Thème	Titre
Vagues de chaleur (canicules) et réchauffement des températures	1. Analyses historiques supplémentaires de la morbidité hospitalière, des consultations à l'urgence et de la mortalité générale en fonction des températures historiques et simulées sur les horizons 2020, 2050 et 2080. 2. Mise sur pied de tables d'experts pour évaluer les mesures requises pour l'adaptation au réchauffement climatique : volets institutionnels et cliniques. 3. Identification des secteurs vulnérables à la chaleur intense dans une métropole canadienne en vue d'interventions et d'études ciblées en santé publique.
Autres événements météorologiques extrêmes	4. Étude de faisabilité pour le développement d'outils de surveillance en temps réel/différé des impacts sanitaires résultant d'événements climatiques extrêmes.
Qualité de l'air	5. Estimation des niveaux de smog futurs avec le modèle AURAMS et le modèle régional canadien du climat (MRCC). 6. Variations spatiales fines de la mortalité et des hospitalisations avec les événements climatiques extrêmes en milieu urbain.
Qualité de l'eau	7. Étude de faisabilité de projets relatifs à la gestion de l'eau à partir des projets Eau Ouranos actuels. 8. L'incidence et la distribution de maladies gastro-intestinales chez les populations à risque et facteurs de risque associés au climat et aux pratiques agricoles.
Intégration, communication et support stratégique	9. Développement d'un « Atlas interactif des vulnérabilités de la santé associées aux changements climatiques ». 10. Activités d'intégration, de diffusion, de transfert de connaissances et de support aux activités d'Ouranos, du ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec et de son réseau, de Santé Canada et de l'OMS.

Diverses initiatives portant sur les risques associés à la chaleur accablante ont été mises en œuvre pour informer la population générale et d'autres groupes plus vulnérables, dont les personnes âgées et leurs entourages, et certains groupes de travailleurs, à l'aide de dépliants et autres outils de communication. Une démarche de sensibilisation similaire a également été entreprise auprès d'établissements de la santé ainsi qu'auprès d'autres regroupements (p. ex., CSST, Réseau public québécois de la santé au travail) et organisations (p. ex., cliniques médicales, pharmacies, Fédération des locataires d'habitations à loyer modique (HLM)). Une récente étude exploratoire dans la région de l'Estrie portant sur l'usage de médicaments lors de chaleur accablante met en évidence l'importance de telles mises en garde par les pharmaciens (Albert et coll., 2006). On y constate qu'un fort pourcentage (soit 30,2 %) des personnes âgées de 65 ans et plus prennent des médicaments d'ordonnance dont l'absorption peut être affectée par la déshydratation, ou qui peuvent empêcher la perte calorique ou altérer la fonction rénale. Près de 5 % des personnes âgées prenaient au moins trois médicaments de ce type simultanément.

Plusieurs municipalités (p. ex., Québec, Gatineau, Montréal, Laval et Saint-Eustache) ont amélioré leur patrimoine forestier en augmentant le nombre d'arbres en bordure des rues ainsi qu'en surveillant davantage leur entretien et en rendant le remplacement obligatoire en cas d'abattage. L'uniformisation des amendes concernant l'abattage des arbres à l'échelle provinciale devrait faciliter la gestion de ce patrimoine (Gouvernement du Québec, 2005b). L'intérêt grandissant pour les toitures vertes ou construites avec des matériaux à albédo[3] élevé qui réduisent l'absorption de l'énergie solaire, de même que l'augmentation de l'utilisation et de la disponibilité du transport collectif dans certaines régions du Québec contribuent à lutter contre l'effet d'îlot thermique urbain (Ducas, 2004; Ville de Montréal, 2005).

6.3.3.3 Adaptations requises

À la lumière des résultats de cette étude et des entrevues téléphoniques semi-structurées (Giguère et Gosselin, 2006d), les auteurs suggèrent que certaines initiatives peu présentes au Québec restent à être développées pour diminuer les effets négatifs des vagues de chaleur et EITU, soit :

- la formation accrue des professionnels de la santé;
- la mise sur pied de projets pilotes visant l'éducation populaire pour la protection personnelle lors des vagues de chaleur et la contribution à la lutte contre l'effet d'îlot thermique urbain;
- l'ajout de mesures économiques favorisant l'implantation d'initiatives visant à atténuer le phénomène de chaleur accablante, notamment par les mesures liées à une meilleure isolation des habitations;
- l'amélioration des connaissances relatives aux conditions d'aération, de ventilation et de climatisation des centres de santé et de soins de longue durée;
- des nouvelles lignes directrices relatives à la gestion des centres de soins durant les périodes de canicule; et
- un renforcement continu des initiatives déjà mises en place, notamment pour l'aspect de la surveillance en temps réel des effets des canicules.

Les auteurs suggèrent de créer un registre portant sur la climatisation des hôpitaux et les Centres d'hébergement de soins de longue durée (CHSLD) qui assurerait une excellente connaissance des ressources, permettrait de cibler les efforts et compléterait l'information recueillie par les projets de recherche en cours portant sur la chaleur intense. Un tel système est d'ailleurs mis en œuvre au MSSS. La réglementation sur l'efficacité énergétique dans les bâtiments date de 1983 et est présentement en réévaluation par le gouvernement.

6.3.3.4 Synthèse

Les efforts d'adaptation aux canicules semblent présentement fragmentés. Bien que certaines mesures préventives clés fassent défaut, les projets de recherche en cours et complétés (tableau 6.2), la législation, les plans d'urgence liés aux vagues de chaleur et les mesures de surveillance sont un très bon début de mise en place de mesures d'adaptation. Les mesures préventives, notamment pour lutter contre l'effet des îlots de chaleur urbains et pour améliorer l'efficacité énergétique des habitations et institutions, de même que la climatisation accrue des institutions de soins sont annoncées (Gouvernement du Québec, 2006c), mais elles seront mises en œuvre probablement au cours des prochaines années. Il semble donc s'agir jusqu'ici d'un éventail équilibré de mesures à court terme, de même que des mesures de prévention à long terme.

3 Les toits à albédo élevé réfléchissent presque toute l'énergie solaire avant qu'elle soit absorbée et convertie en énergie thermique.

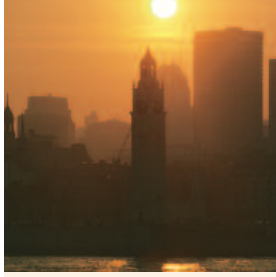


Tableau 6.2 Autres projets de santé en cours ou terminés (T) au Québec, sauf régions nordiques (2002 – 2008)

Thème	Titre
Vagues de chaleur (canicules) et réchauffement des températures	1. Sensibilisation aux risques encourus par les patients non institutionnalisés souffrant d'affections chroniques et pulmonaires ainsi qu'aux mesures à prendre au cours d'épisodes de chaleur intense (2008). 2. Analyse de variabilité historique de la mortalité générale (en lien avec la température) et simulations pour 2020, 2050 et 2080 avec étude des phénomènes de sous-échelle (downscaling) (T). 3. Sondage sur les perceptions, vulnérabilités et adaptations personnelles et familiales (T).
Qualité de l'air	4. Hausse des concentrations des particules organiques (pollen) causée par les changements climatiques et ses conséquences potentielles sur les maladies respiratoires des populations vulnérables en milieu urbain (FACC) (T).
Maladies vectorielles et zoonoses	5. Géosimulation de la progression de l'infection au VNO en fonction du climat au Québec (2007).
Changements climatiques et adaptations	6. Enquête sur les perceptions, vulnérabilités et adaptations auprès des gestionnaires de la santé et des municipalités (inclut événements thermiques) (T). 7. Bilan des adaptations en matière de sinistres et catastrophes (incluant les événements climatiques extrêmes), période 2004 – 2007 (T). 8. Bilan des adaptations en matière de maladies vectorielles au Québec, période 2004 – 2007 (T). 9. Bilan des adaptations en matière de vagues de chaleur et îlots de chaleur urbains au Québec, période 2004 – 2007 (T).

Nota : (T) dénote les projets terminés.

6.3.4 Préparation aux urgences et aux événements climatiques extrêmes (ECE)

6.3.4.1 Contexte

Au Québec comme ailleurs dans le monde, les scénarios climatiques prévoient une fréquence plus élevée et une intensité plus forte de certains événements climatiques extrêmes (ECE) incluant entre autres les ouragans, les vagues de chaleur et les précipitations abondantes causant des inondations (Ouranos, 2004). La crise du verglas qui a frappé la région montréalaise en 1998 a été le point tournant dans la prise de conscience du Québec face à la sécurité civile et, en 2001, la *Loi sur la sécurité civile* a réorganisé le système de sécurité civile (MSP, 2005).

Les conséquences des ECE incluent les dommages aux structures physiques et les individus, sinistrés et intervenants, en subissent les impacts physiques et psychiques à court et long terme (Maltais et coll., 2001a, 2001b; Auger et coll., 2003). Le déplacement des populations touchées, la gravité des atteintes à la santé, les couvertures d'assurance, les pertes matérielles sont autant de causes qui peuvent entraîner des séquelles psychologiques.

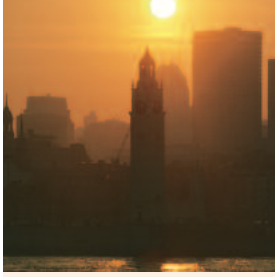
6.3.4.2 Adaptations présentes

Les récents changements à la législation provinciale ont amélioré la situation en matière de sécurité civile (MSP, 2005). Il y a maintenant des liens qui semblent plus adéquats entre les divers intervenants. La plupart des initiatives d'adaptation sont issues des secteurs de la surveillance et du monitorage, de la formation et de l'éducation, ainsi que de la réglementation et des politiques. Un système de détection des orages et inondations, et de surveillance des barrages et rivières en temps réel, est en place pour toute la province. Une nouvelle approche standardisée d'analyse et de gestion des risques dans les municipalités est mise en œuvre pour 19 risques, et elle est terminée pour 2 risques, soit les risques de feux de forêt (origine naturelle) et les incendies (origine anthropique) (tableau 6.3). L'implication des DSP, du MSSS et de l'INSPQ est prévue dans la mise en place des plans et mesures d'urgence. Les plans de gestion de l'occupation du territoire en ville et en région prévoient prendre en compte les considérations de changements climatiques qui concordent bien avec réglementation provinciale (gestion des territoires inondables) et des avis provenant des DSP. Le MSSS commentera les schémas d'aménagement et les plans d'urbanisme. Un projet sur les ECE débutera bientôt (tableau 6.1) et consiste à évaluer la faisabilité de développer des outils de surveillance en temps réel et différé des impacts sanitaires résultant de ces événements.

Tableau 6.3 Types de risques d'origine naturelle ou anthropique qui seront inclus dans une analyse de risques dans les municipalités au Québec

Risques	
Naturels	***D'origine anthropique***
Avalanches	Désordre social
Chutes de météorites	Effondrements de structures et de bâtiments
Épidémies, pandémies, infestations	Incendies majeurs et conflagrations
Incendies de forêt	Pannes, pénuries et contamination de biens et services
Inondations	Risque industriel
Mouvements de terrain	Risque nucléaire et radioactivité
Ondes de tempêtes	Ruptures de barrage
Phénomènes météorologiques extrêmes	Terrorisme
Séismes	Accident de transport de matières dangereuses
	Accident de transport de personnes et de marchandises

Source : MSP, 2004.



6.3.4.3 Adaptations requises

La synthèse des adaptations recommandées par les diverses agences consultées amène les auteurs à constater que le Québec devrait développer davantage de programmes de prévention ou investir dans des programmes pour faire face aux ECE (Giguère et Gosselin, 2006b). Les investissements avaient augmenté durant les 10 dernières années mais sont présentement réduits. En ce sens, des initiatives d'adaptation aux événements climatiques extrêmes dans un contexte de changements climatiques sont encouragées, soient :

- la valorisation de la culture de la planification et des investissements préventifs face aux événements climatiques extrême, dont la protection des bâtiments et des infrastructures critiques comme l'approvisionnement électrique (notamment pour le chauffage et la conservation des aliments) et les usines de traitement d'eau potable;
- la mesure, la modélisation et la communication des risques concernant les différents types d'événements climatiques extrêmes au Québec dans une perspective à court, à moyen et à long terme afin de développer des initiatives adéquates;
- la recherche en matière d'impacts des événements climatiques extrêmes sur la santé à court et à long terme ainsi que le perfectionnement des mesures d'urgence dans le domaine sanitaire; et
- la mise en place d'un système de surveillance et de suivi épidémiologique des impacts sanitaires (décès, blessures, maladies infectieuses, impacts psychosociaux) des événements climatiques extrêmes en fonction du climat.

6.3.4.4 Synthèse

Le Québec possède l'un des systèmes de surveillance sanitaire et de monitoring environnemental parmi les plus avancés au Canada ainsi qu'un bon système de réponse aux urgences, selon l'examen mené par Giguère et Gosselin (2006b). Cependant aucun système de surveillance des effets santé ne porte spécifiquement sur les ECE, et cette lacune devrait être corrigée, selon les auteurs. Les initiatives d'adaptation aux sinistres et aux ECE devraient être élaborées en leur ajoutant un volet de changements climatiques et un volet sanitaire préventif important. L'approche par analyse de risque préconisée par la Protection civile (et dont l'implantation s'amorce) sera importante pour ce faire. Ces diverses suggestions ont été incorporées au plan d'action 2006 – 2012 du gouvernement du Québec (Gouvernement du Québec, 2006c).

6.3.5 Eaux

6.3.5.1 Contexte

L'abondance des ressources hydriques actuelles est reflétée par la consommation d'eau moyenne quotidienne per capita de 326 litres (Centre de recherche et d'information sur le Canada (CRIC), n.d.) et du grand nombre de piscines privées au Québec (50 % des piscines pour 23 % de la population). Les effets projetés des changements climatiques sont : la baisse des niveaux, des débits et de la qualité des cours d'eau, la modification du régime pluviométrique et l'augmentation de la salinité du fleuve Saint-Laurent (Environnement Canada, 2005b). Ces changements auront des impacts importants car plus de 70 % de la population québécoise est desservie en eau potable provenant d'eaux de surface (MDDEP, 2002a). Les ressources hydriques si abondantes pourraient être compromises tant au niveau de la qualité que de la quantité. Les effets potentiels sont majeurs et succinctement décrits ici.

Des maladies d'origine hydrique peuvent apparaître si des microorganismes pathogènes migrent vers les sources d'eau souterraine ou de surface utilisées comme sources d'approvisionnement (Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2004, 2005). Le phosphore, l'azote, l'ensoleillement et la température sont les principaux facteurs responsables de la formation des fleurs d'eau de cyanobactéries (Magnuson et coll., 1997; Giani et coll., 2005; Rolland et coll., 2005). Au Québec, ce phénomène a déjà touché quelque 84 lacs et cours d'eau entre 1999 et 2003 (INSPQ, 2006c) et a mené à des interdictions de consommer l'eau et de se baigner, sans qu'aucun cas de maladies humaines n'ait été signalé jusqu'à maintenant. Les cyanotoxines, produites par les cyanobactéries, peuvent causer une irritation de la peau, des dommages hépatiques ou nerveux graves, tant par contact cutané que par ingestion d'eau (American Water Works Association, 1999; Agriculture et Agroalimentaire Canada, 2003). Les jeunes enfants, les personnes âgées et les malades chroniques risquent davantage de présenter des symptômes sévères résultant de la contamination de l'eau. Les amateurs d'activités aquatiques sont particulièrement vulnérables à la contamination par biotoxines naturelles (Agence de développement de réseaux locaux de services de santé et de services sociaux, 2003; MDDEP, 2005a). La population en général pourrait être touchée par des pénuries d'eau sur les plans physique et psychologique; les familles déjà en situation précaire pourraient vivre davantage d'insécurité sur le plan alimentaire, si elles devaient acheter leur eau (DSP de la Montérégie, 2004).

6.3.5.2 Adaptations présentes

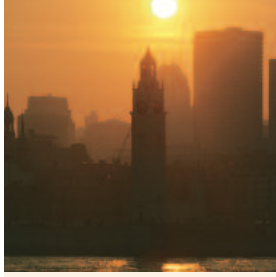
La surveillance de la qualité de l'eau est généralement bien organisée par le MDDEP et le Centre Saint-Laurent. Il y a une excellente formation sur les problèmes reliés à l'eau pour les DSP régionales et l'information destinée au public et aux professionnels est abondante. Plusieurs initiatives de mesures environnementales portant sur la réduction des contaminants sont en cours pour les villes et les industries, dont la foresterie et l'agriculture. Les récents changements apportés à la législation sur la qualité de l'eau (MDDEP, 2005b) ainsi que sur les pesticides devraient avoir un effet bénéfique sur la qualité de l'eau en diminuant les résidus par ruissellement.

La surveillance des éclosions des maladies associées à l'eau est généralement peu développée au niveau de la population générale, mais mieux établie au niveau institutionnel et commercial. Des projets de recherche en santé publique portant sur la qualité de l'eau sont planifiés par le consortium Ouranos (tableau 6.1).

6.3.5.3 Adaptations requises

La comparaison des adaptations existantes avec celles recommandées indique, pour les auteurs de cette étude (Giguère et Gosselin, 2006a), que plusieurs initiatives d'adaptation devraient être développées ou mieux diffusées au Québec, soit :

- la mise en œuvre accélérée de divers moyens visant le maintien des quantités d'eau optimales pour assurer la sécurité des personnes (incendie, besoins de base en hygiène et alimentation) et la qualité de l'eau de consommation (pression, dilution). Ces moyens incluent notamment :
  - l'optimisation et l'uniformisation de la détection des fuites dans les réseaux d'aqueducs;



  - la sensibilisation des individus et des entreprises quant à l'importance et aux moyens d'économiser l'eau potable;
  - l'intégration des techniques de faible consommation d'eau dans le *Code du bâtiment*;
- un contrôle rigoureux de la surveillance de la qualité de l'eau dans les petits réseaux de distribution d'eau potable;
- un support financier pour la mise en place de la gestion par bassins versants pour en accélérer l'implantation et en préserver les multiples usages;
- l'élaboration de politiques de gestion en cas de conflit d'approvisionnement; et
- une amélioration de la surveillance épidémiologique des effets de santé liés à l'eau potable et aux eaux récréatives afin de permettre une détection plus rapide et plus sensible des éclosions par les autorités de santé publique.

6.3.5.4 Synthèse

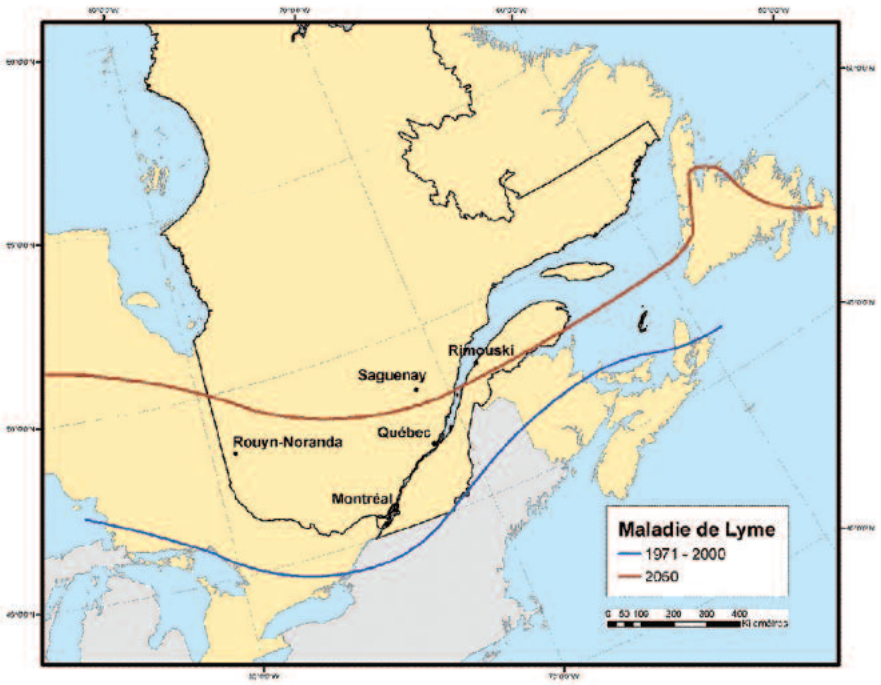
Les changements climatiques auront probablement un effet négatif majeur sur la qualité et la quantité des ressources hydriques du Québec par l'augmentation des fréquences d'occurrence et de l'ampleur des étiages et des sécheresses, ainsi que par la diminution des débits en provenance du lac Ontario (se déversant dans le fleuve Saint-Laurent) et de la rivière des Outaouais (Environnement Canada, 2002; Croley, 2003; Fagherazzi et coll., 2005). Comme ces sources alimentent en eau potable la grande région de Montréal, on prévoit des difficultés majeures de gestion des usages (Vescovi, 2003). La qualité de l'eau semble aussi affectée par les changements climatiques, et les pluies abondantes occasionnent des augmentations de gastroentérites, comme le démontrent certaines études récentes aux États-Unis (Curriero et coll., 2001) et au Canada (Thomas et coll., 2006). Les cadres législatifs sur la qualité de l'eau potable, la gestion par bassins versants et la gestion des pesticides sont des outils de base pour s'adapter aux changements climatiques, et ont été récemment modifiés de façon importante. Leur mise en œuvre démarre, et la gestion de la ressource eau et des infrastructures de traitement de l'eau devra être effectuée de façon plus concertée car présentement plusieurs dossiers controversés ont des répercussions sur la gestion du territoire et la santé publique.

6.3.6 Maladies vectorielles et zoonoses

6.3.6.1 Contexte

Au Québec, la tendance au réchauffement des températures, observée et annoncée par les scénarios climatiques pourrait favoriser l'apparition de maladies vectorielles et de zoonoses qui ne sont pas présentes normalement, ou augmenter l'aire de distribution de certaines maladies déjà présentes. Selon les modélisations, on s'attend à ce que la maladie de Lyme fasse son apparition d'ici 10 à 20 ans dans le sud du Québec (Ogden et coll., 2006) (figure 6.4). Le climat influence plusieurs aspects des cycles de maladies infectieuses tels celui de la reproduction des animaux, des insectes et des tiques, la facilité avec laquelle les insectes vecteurs peuvent transmettre la maladie ainsi que le comportement humain qui mène à l'exposition aux différents vecteurs (Ontario Forest Research Institute, 2003). À part le virus du Nil occidental (VNO), il n'y a pas d'autres cas de maladie vectorielle d'importance présentement et seulement un cas isolé d'infection à hantavirus a été rapporté jusqu'ici (Giguère et Gosselin, 2006c).

Figure 6.4 Simulation de l'évolution de la présence de la maladie de Lyme vers 2050



Source : Ogden et coll., 2006.

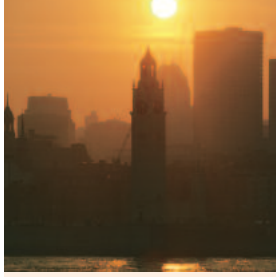
6.3.6.2 Adaptations présentes

La surveillance des zoonoses et maladies vectorielles est bien organisée par les divers ministères impliqués, en partie parce que le système public subventionne une partie de la recherche. Certaines maladies sont à déclaration obligatoire, ce qui contribue à circonscrire la taille des éclosions. Les sites Internet de l'Agence de santé publique du Canada et du MSSS contiennent de l'information sur les maladies infectieuses afin d'informer le public et les professionnels. Les DSP distribuent des dépliants et offrent de l'information sur leurs sites afin de tenir la population informée sur les maladies infectieuses présentes. Le Laboratoire de santé publique (INSPQ) est très bien organisé et offre un bon support pour effectuer les analyses requises. Le VNO était la maladie la plus surveillée jusque tout récemment (Gosselin et coll., 2005), étant donné que des campagnes d'échantillonnage et les épandages de larvicides ont cessé en 2006. Plusieurs projets de recherche ont été réalisés ou sont en cours sur ce sujet (tableau 6.2). La conception d'un outil d'aide à la décision pour le VNO basé sur l'approche de géo simulations inclut un contexte de changements climatiques (Bouden et coll., 2005). Plusieurs réseaux de surveillance zoonotique performants ont été mis sur pied par le ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation (MAPAQ, 2006) et l'Institut national de santé animale, qui collaborent pour les enquêtes épidémiologiques sur une base régulière avec le MSSS et les DSP en fonction d'une entente formelle depuis 1997. Des investissements majeurs dans la recherche et les laboratoires ont aussi été faits ces dernières années par le MAPAQ (MAPAQ, 2006).

6.3.6.3 Adaptations requises

Pour assurer une meilleure adaptation aux effets des changements climatiques sur l'émergence et l'intensification des maladies zoonotiques et les maladies à transmission vectorielle au Québec, il s'avère important, selon les experts consultés (Giguère et Gosselin, 2006c), de :

- maintenir, encourager et mettre en œuvre des systèmes de surveillance intégrés pour les maladies zoonotiques et à transmission vectorielle pouvant représenter un risque nouveau dans un cadre de changements climatiques;



- inclure à la surveillance des maladies zoonotiques et des maladies à transmission vectorielle des indicateurs liés aux effets des changements climatiques, tels la prise en compte des changements épidémiologiques et écologiques liés à ces maladies;
- accentuer les efforts de sensibilisation et d'éducation auprès des particuliers, des fermiers et des professionnels de la santé humaine et animale, concernant l'émergence, l'intensification, la détection et la protection vis-à-vis des maladies zoonotiques et des maladies à transmission vectorielle dans un contexte de changements climatiques; et
- poursuivre les recherches concernant les moyens de contrôle des maladies zoonotiques et à transmission vectorielle, notamment sur l'implantation de technologies préventives pour éviter que les réservoirs aquatiques naturels ou artificiels ne constituent des aires de reproduction des moustiques, et sur l'insertion de ces technologies dans les normes de construction des infrastructures.

6.3.6.4 Synthèse

Ce secteur semble celui qui présente le meilleur niveau de couverture de la population quant aux initiatives d'adaptation aux changements climatiques en cours, mais il faut aussi constater que les risques vectoriels ont aussi épargné le Québec en grande partie jusqu'ici (Giguère et Gosselin, 2006c). Au cours des prochaines années, les changements climatiques amèneront tout probablement une augmentation significative de ces maladies. La réforme législative visant un meilleur contrôle des maladies zoonotiques et vectorielles a amené des investissements importants en matière de surveillance et de laboratoires dans le monde agricole. L'importance de préserver la sécurité alimentaire, en raison du caractère commercial des productions agricoles, contribue de manière positive à stimuler les diverses initiatives d'adaptation qui contribueront à réduire les risques liés aux maladies vectorielles et zoonotiques. On note aussi une augmentation de l'importance accordée à ces sujets par le secteur de la santé. Il demeure que ce secteur présente certaines difficultés d'importance, comme de quelle façon rejoindre efficacement des milliers de producteurs éparpillés sur le territoire, ou encore comment traiter la présence de millions de sites de reproduction potentiels pour les moustiques. De plus, ces systèmes de surveillance n'ont pas encore démontré leur capacité de réaction en situation épidémique majeure qui affecterait les humains.

6.3.7 Autres sujets

6.3.7.1 Les rayons ultraviolets (UV)

On prévoit avec les changements climatiques un allongement de la saison chaude avec les comportements qui y sont associés, soit une plus grande exposition de la population aux rayons ultraviolets (Hill et coll., 1992).

L'incidence des problèmes de santé associés à une surexposition aux UV, notamment les coups de soleil et le cancer de la peau, pourrait continuer de s'accroître à un rythme encore plus grand que celui des dernières décennies. On doit également craindre avec un tel scénario une augmentation du nombre de cataractes ainsi qu'un effet immunosuppresseur qui pourrait par exemple nuire à l'efficacité des vaccins et favoriser le développement d'épidémies (OMS, 2003). Malgré cet état de fait, il y a eu très peu de recherches dans le domaine des changements climatiques et l'exposition de la population aux UV au Québec. De plus, on tient

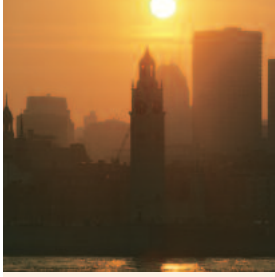
rarement compte de la composante protection contre les UV dans les mesures d'adaptation qui sont proposées pour faire face aux changements climatiques au Québec même si ce thème est une priorité canadienne (Warren et coll., 2004). Les impacts sur la santé publique sont sérieux, avec plus de 80 000 nouveaux cas de cancers de la peau chaque année au Canada. Il s'agit de la forme de cancer la plus fréquente (Société canadienne du cancer, 2005). Pourtant, les impacts sanitaires associés aux UV sont évitables par la modification des comportements de protection personnelle et en favorisant les facteurs environnementaux pour créer de l'ombre. De plus, les programmes de sensibilisation aux risques des UV sont rentables. Par exemple, en Australie, la prévention des effets négatifs des UV a coûté en moyenne 8 cents (US) per capita, alors que les coûts reliés au traitement du cancer sont de 5,70 $ (US) per capita (OMS, 2003).

Les outils disponibles présentement incluent l'indice UV émis par Environnement Canada et largement disponible à la population. De plus, le comité national de protection solaire regroupe des scientifiques de toutes les provinces canadiennes dont l'objectif est de favoriser la coopération et l'action intersectorielle afin de réduire le fardeau du cancer de la peau dus aux UV (Stratégie canadienne de lutte contre le cancer, 2001). Les mesures d'adaptations requises incluent l'accroissement de la visibilité du programme de sensibilisation aux dangers de l'exposition aux UV, des projets de recherche afin de mesurer les effets des changements climatiques sur les habitudes de la population en terme d'exposition aux UV et mesurer l'efficacité des diverses mesures d'adaptation conçues pour diminuer l'exposition aux UV. Les mesures préventives visant la création d'ombre seront aussi utiles.

6.3.7.2 Qualité de l'air

L'utilisation de combustibles fossiles produit bien sûr des émissions de dioxyde de carbone (CO_2) qui affectent la qualité de l'air. L'émission de divers polluants et des précurseurs de l'ozone troposphérique et particules fines à l'origine du smog urbain ont des effets nocifs sur la santé humaine qui ne sont plus à démontrer. Plus de 80,4 % des Québécois habitent en région urbaine, dont 25 % se retrouvent dans la région montréalaise (ISQ, 2006c, 2006d) déjà très touchée par la mauvaise qualité de l'air (ISQ, 2006c, 2006d; INSPQ, 2006c). Les changements climatiques vont aussi amener une augmentation des périodes propices à la formation de smog (Warren et coll., 2004). De plus, le réchauffement climatique aura un effet négatif supplémentaire sur la qualité de l'air car les saisons de croissance seront plus longues, occasionnant une augmentation des concentrations de pollens aéroportés (Warren et coll., 2004; House et Brovkin, 2005).

Les modèles climatiques prévoient une augmentation de la fréquence des ECE, incluant les sécheresses, les feux de forêts et les feux de friches et les orages (une dispersion accrue des pollens figure parmi les effets connexes) qui ont tous un effet négatif sur la qualité de l'air (Warren et coll., 2004; U.K. Department of Environment, Food and Rural Affairs (U.K. DEFRA), 2005). Des liens ont été établis entre le climat et les concentrations polliniques ainsi qu'entre les concentrations polliniques, les consultations médicales et le contexte socio-économique à Montréal (Garneau et coll., 2005). La mauvaise qualité de l'air est responsable de morts prématurées chez les personnes vulnérables, dont les gens souffrant de maladies respiratoires ou de maladies cardiaques, d'allergies, notamment chez les enfants et les personnes âgées. Les effets des pollens s'y ajoutent et sont importants en termes financiers et démographiques étant donné la forte prévalence d'allergies. En effet, on estime que 10 % de la population souffre de maladies respiratoires et allergiques (Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie (ASSSM), 2002) et que le coût annuel direct occasionné par le rhume des foins se chiffrait à 49 millions de dollars pour le Québec en 1992.



Ce sujet préoccupant fait l'objet de projets de recherche en cours (tableau 6.1) ainsi que d'un projet terminé récemment (tableau 6.2). Les adaptations en place incluent des indices de la qualité de l'air (p. ex., InfoSmog) disponibles toute l'année dans les centres urbains pour l'ensemble du Québec (Environnement Canada, 2006b), mais leur utilité semble modeste selon certaines études récentes (Bélanger et coll., 2006a; Tardif et coll., 2006) et ces interventions devront probablement être renforcées. Les adaptations requises incluent des mesures préventives pour inciter la diminution des activités durant les périodes de grande pollution de l'air, et la promotion de mesures pour améliorer la qualité de l'air comme le transport en commun, le transport à bicyclette ou à pied, ainsi que l'achat de petits véhicules qui consomment moins d'énergie et de matières premières pour leur fabrication et leur fonctionnement. Les connaissances et données disponibles sur la qualité de l'air et la santé sont présentement limitées et devraient être considérées prioritaires étant donné son grand fardeau sanitaire.

6.3.7.3 Communication stratégique et outils de recherche

Les efforts d'adaptation aux changements climatiques devront être effectués de façon concertée en se basant sur des données fiables et accessibles, afin de répondre efficacement aux nouvelles demandes et d'impliquer tous les intervenants concernés. Des projets en cours tels : l'Atlas des vulnérabilités de la santé, les projets entrepris dans le cadre du programme santé Ouranos (tableau 6.1) et l'Infocentre de l'INSPQ vont dans ce sens (INSPQ, 2006b). Il reste cependant à développer et à implanter un programme permanent de diffusion et de transfert des connaissances en matière d'adaptations aux changements climatiques. Ce programme devra nécessairement être de nature intersectorielle vu la grande variété du domaine des adaptations utiles à la santé publique, et qui sont du ressort de tous les secteurs de la société. Ceci est aussi prévu au programme santé Ouranos-INSPQ (tableau 6.1).

6.3.8 Synthèse

La mise en œuvre actuelle de plusieurs aspects utiles de l'adaptation aux changements climatiques est bien amorcée, ce qui est encourageant pour le Québec. Ainsi, un effort intégré et planifié existe maintenant en matière de recherche et de surveillance de l'état de santé en lien avec le climat, et certains produits commencent à être diffusés aux gestionnaires des ministères provinciaux et aux régions et utilisés aux fins de formulation de politique et de développement de programme. La mise à jour récente de plusieurs outils législatifs et réglementaires d'importance pour la protection de la santé publique et pour la mise en place de mesures préventives doit aussi être considérée comme un facteur positif dans le contexte de l'adaptation aux changements climatiques. Une bonne tradition de collaboration interministérielle et intersectorielle sera assurément un atout de taille dans le domaine fort complexe des adaptations. Mais il n'existe pas encore de programme intégré de santé publique qui s'attaquerait de façon concertée aux priorités du domaine et comblerait les lacunes identifiées (Bélanger et coll., 2006a).

À la lumière des résultats de ces études et selon les experts consultés (Giguère et Gosselin, 2006a, 2006b, 2006c, 2006d), certaines initiatives peu présentes actuellement restent à être développées. Il s'agit en matière de chaleur accablante de :

- la formation des professionnels de la santé;
- la mise sur pied de projets pilotes visant l'éducation populaire pour la protection personnelle lors des vagues de chaleur et la contribution à la lutte contre l'effet d'îlot thermique urbain;

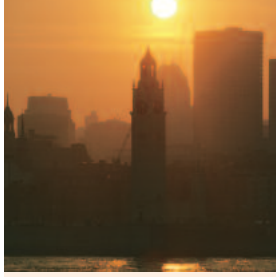
- l'ajout de mesures économiques favorisant l'implantation d'initiatives visant à atténuer le phénomène de chaleur accablante, notamment par les mesures liées à une meilleure isolation des habitations;
- l'amélioration des connaissances relatives aux conditions d'aération, de ventilation et de climatisation des centres de santé et de soins de longue durée;
- les nouvelles lignes directrices relatives à la gestion des centres de soins; et
- un renforcement continu des initiatives déjà mises en place, notamment pour l'aspect de la surveillance en temps réel des effets des canicules.

Des initiatives d'adaptation aux événements climatiques extrêmes dans un contexte de changements climatiques restent à être encouragées et élaborées, soient :

- la valorisation de la culture de la planification préventive face aux événements climatiques extrêmes dont la protection des bâtiments et des infrastructures critiques (p. ex., transport et alimentation électrique, usines de traitement d'eau);
- la mesure, la modélisation et la communication des risques concernant les différents types d'événements climatiques extrêmes au Québec dans une perspective à court, à moyen et à long terme afin de développer des initiatives adéquates;
- la recherche en matière d'impacts des événements climatiques extrêmes sur la santé à court et à long terme ainsi que le perfectionnement des mesures d'urgence dans le domaine sanitaire; et
- la mise en place d'un système de surveillance et de suivi des effets sanitaires des événements climatiques extrêmes en fonction du climat.

En matière de ressources hydriques, certaines initiatives à être développées ou mieux diffusées :

- la mise en œuvre accélérée de divers moyens visant le maintien des quantités d'eau optimales pour assurer la sécurité des personnes (incendie, besoins de base en hygiène et alimentation) et la qualité de l'eau de consommation (pression, dilution). Ces moyens incluent notamment :
  - l'optimisation et l'uniformisation de la détection des fuites dans les réseaux d'aqueducs;
  - la sensibilisation des individus et des entreprises quant à l'importance et aux moyens d'économiser l'eau potable;
  - l'intégration des techniques de faible consommation d'eau dans le *Code du bâtiment.*
- un contrôle rigoureux de la surveillance de la qualité de l'eau dans les petits réseaux de distribution d'eau potable;
- un support financier pour la mise en place de la gestion des usages et infrastructures par bassins versants pour en accélérer l'implantation et en préserver les multiples usages;



- l'élaboration de politiques de gestion en cas de conflit d'approvisionnement; et
- une amélioration de la surveillance des effets de santé liés à l'eau potable et aux eaux récréatives.

Pour les maladies zoonotiques et vectorielles, il s'avère important de promouvoir :

- l'implantation et le maintien des systèmes de surveillance intégrés pour les maladies zoonotiques et à transmission vectorielle pouvant représenter de nouveaux risques dans un cadre des changements climatiques;
- l'inclusion à la surveillance des maladies zoonotiques et des maladies à transmission vectorielle des indicateurs liés aux effets des changements climatiques, tels la prise en compte des changements épidémiologiques et écologiques liée à ces maladies;
- l'accentuation des efforts de sensibilisation et d'éducation auprès des particuliers et des professionnels de la santé humaine et animale, concernant l'émergence, l'intensification, la détection et la protection vis-à-vis des maladies zoonotiques et des maladies à transmission vectorielle dans un contexte de changements climatiques; et
- la poursuite des recherches concernant les moyens de contrôle des maladies zoonotiques et à transmission vectorielle, notamment sur l'implantation de technologies préventives pour éviter que les réservoirs aquatiques naturels ou artificiels ne constituent des sites de reproduction des moustiques, et l'inclusion de ces techniques dans les normes de construction des infrastructures.

La protection contre l'exposition accrue aux ultraviolets impliquera vraisemblablement :

- l'accroissement de la visibilité du programme de sensibilisation aux dangers de l'exposition aux UV et aux mesures de protection efficaces;
- des projets de recherche afin de mesurer les effets des changements climatiques sur les habitudes de la population en terme d'exposition aux UV et de mesurer l'efficacité des diverses mesures d'adaptation conçues pour diminuer l'exposition aux UV; et
- les mesures préventives visant la création d'ombre en milieu urbain.

Enfin, tout le volet relatif à la qualité de l'air ambiant est intimement lié aux problèmes de changements climatiques. Parmi les adaptations souhaitables, signalons :

- l'évaluation de l'utilité des indices de la qualité de l'air dans les changements de comportement relatifs aux mesures préventives et de protection;
- la mise en place de mesures pour améliorer la qualité de l'air telles que la promotion du transport en commun, du transport à bicyclette ou à pied, ainsi que l'achat de petits véhicules moins polluants; et
- le maintien et le développement des connaissances et données disponibles sur la qualité de l'air et la santé.

6.4 MODÉLISATION HISTORIQUE ET SIMULATION DE LA MORTALITÉ POUR 2020, 2050 ET 2080

6.4.1 Introduction

Au Canada, comme dans bien d'autres pays, le réchauffement climatique signifie une augmentation de la température moyenne et du niveau de la mer ainsi qu'une plus grande probabilité d'événements extrêmes (p. ex., vagues de chaleur, verglas, inondations) (Ressources naturelles Canada (RNCan), 2002). Cette situation est reconnue préoccupante pour la santé publique (OMS, 2000, 2002; Donaldson et coll., 2001), en raison de l'impact des changements climatiques sur l'augmentation de la mortalité ou de la morbidité liées aux coups de chaleur, cancers cutanés, maladies cardiovasculaires, respiratoires (p. ex., asthme), vectorielles (p. ex., zoonoses), rénales, hépatiques, neurologiques (ex.: épilepsie) et troubles de l'humeur (p. ex., dépression) (McGeehin et Mirabelli, 2001).

Le projet de recherche entrepris dans le cadre de cette évaluation avait pour but d'identifier et de simuler certains effets futurs pour la santé d'origine climatique au Québec. Il vise dans un premier temps à quantifier les relations qui existent entre la mortalité, certaines morbidités et le climat. Son second objectif est d'établir des prédictions quant aux taux de mortalité et d'hospitalisation pour le climat futur du Québec. Pour ce faire, les données de mortalité (1981 – 1999) et de morbidité (nombre d'hospitalisations, de personnes hospitalisées ou de consultations aux urgences de 1981 à 2002) ont été analysées en parallèle avec les séries chronologiques de plusieurs paramètres climatiques (p. ex., température, écart diurne, indice Humidex) afin d'y dégager des modèles statistiques. Ces modèles ont ensuite été jumelés aux projections régionales des variables climatiques générées par le consortium Ouranos afin d'établir les variations simulées quant à la mortalité et la morbidité pour des périodes futures.

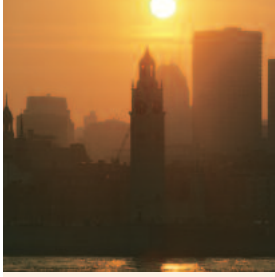
La première partie des résultats sont présentés ici, soit les modèles statistiques de mortalité retenus pour quelques villes et régions du Québec ainsi que les prévisions associées à ces modèles pour trois périodes futures (horizons 2020, 2050 et 2080). Les autres analyses sur la morbidité hospitalière et les consultations à l'urgence sont en cours et seront disponibles ultérieurement, en 2008. Les principales sources de données utilisées dans ce projet sont présentées (section 6.4.2 Méthodologie) avec quelques détails sur le traitement des données et la construction de la base de données qui a été réalisée. Les aspects méthodologiques du projet et les résultats obtenus sont ensuite présentés et discutés.

6.4.2 Méthodologie

Les données sanitaires (décès, hospitalisations et consultations aux urgences) proviennent toutes du ministère de la Santé et des Services Sociaux du Québec. Pour les décès, il s'agit des décès non-traumatiques (codes de la Classification internationale des maladies (CIM-9) situés entre 1 et 799). Les fichiers de décès couvrent la période de 1981 à 1999 et ont été utilisés pour les deux raisons suivantes:

- à partir de 1981, les données sur les décès étaient plus fiables (avant 1981 : données non exhaustives et non actualisées selon les territoires) et leur format, plus facilement exploitable;
- jusqu'en 1999, la classification des causes de décès était réalisée selon la neuvième révision de la Classification internationale des maladies (CIM-9), alors qu'à partir de l'an 2000, elle était effectuée à l'aide de la dixième révision (CIM-10), rendant plus difficile la comparabilité.

Les données météorologiques proviennent en partie des stations aéroportuaires d'Environnement Canada. Ces stations recueillent de loin les données les plus complètes et comprennent un grand nombre de paramètres météorologiques. Les données des stations aéroportuaires ont été complétées en utilisant les données des autres stations d'Environnement Canada (Environnement



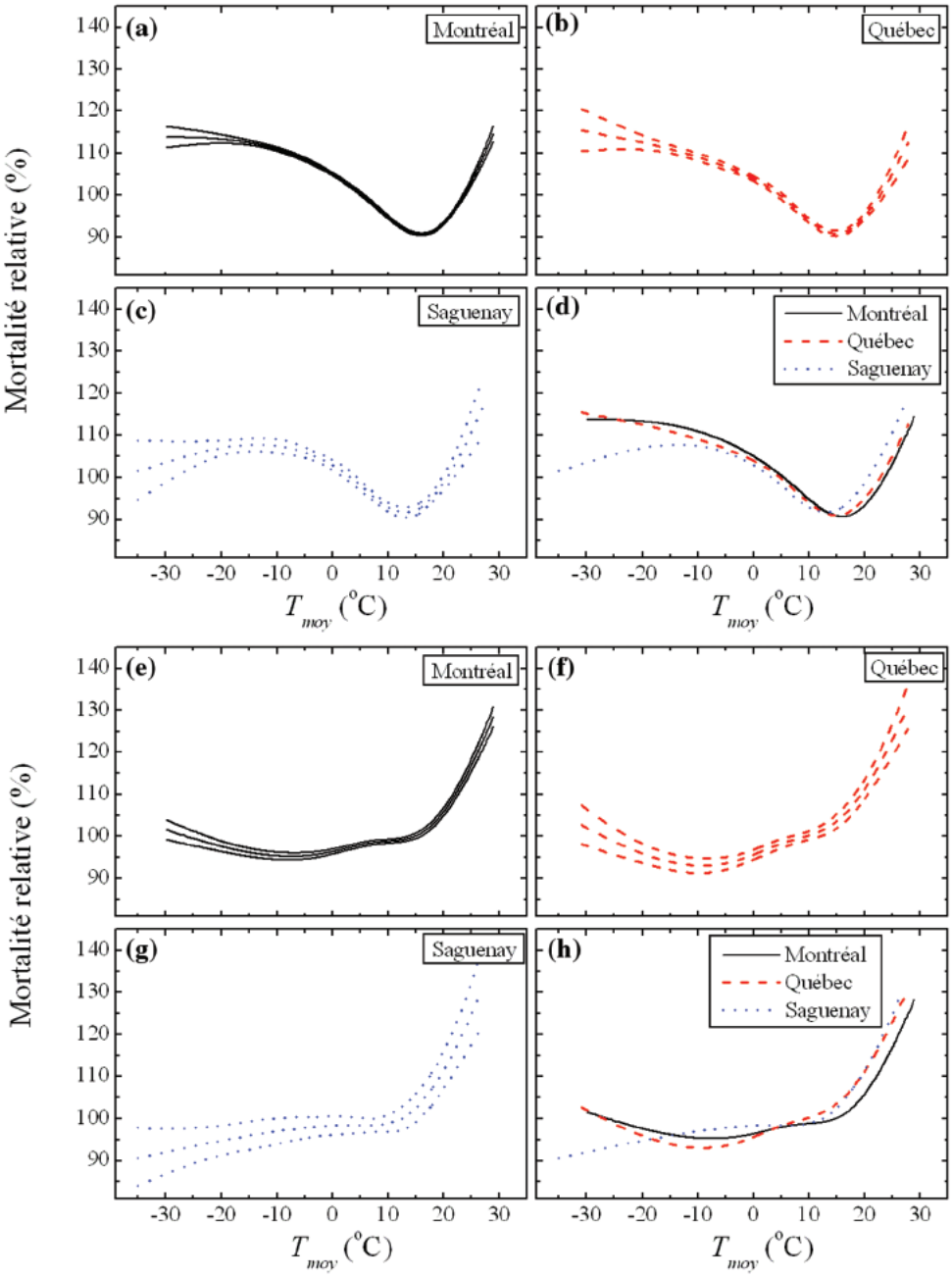
Canada, 2005a). Ces dernières stations sont nombreuses mais ne produisent que les données de température et de précipitations. Chaque code postal tronqué a été associé à la station météorologique la plus proche. On peut ainsi construire des modèles de mortalité/morbidité en fonction du climat pour des territoires assez variés. La moyenne du climat pour un regroupement géographique donné s'obtient en utilisant toutes les stations associées aux codes postaux de ce regroupement.

Les données climatiques pour les périodes futures ont été fournies par le consortium Ouranos. Il s'agit des températures quotidiennes maximales, minimales et moyennes pour les horizons 2020, 2050 et 2080. Ces données sont tirées d'un modèle de circulation générale particulier connu sous l'acronyme HadCM (Hadley Centre coupled model) (Gordon et coll., 2000), couplé à des techniques de réduction d'échelle (ou mise à l'échelle statistique) (Nguyen et coll., 2005). Les modèles de circulation générale ont une résolution à l'échelle planétaire et permettent de simuler entre autres les effets de l'augmentation des GES pour les périodes futures. On considère dans ce travail deux scénarios d'émission particuliers : les scénarios A2 et B2 (Nakicenovic et coll., 2000). On rappelle que ces scénarios d'émission ont été établis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) et correspondent à des évolutions différentes du monde, du point de vue social, démographique, économique, technologique, etc. On peut retenir ici que le scénario A2 correspond à une concentration supérieure en GES (soit environ deux fois les niveaux actuels en 2080) que le scénario B2 (GIEC, 2007). Les méthodes de réduction d'échelle permettent pour leur part de ramener les résultats des simulations des modèles globaux à des échelles plus locales (p. ex., une ville, une région). Elles utilisent les données historiques d'une station météorologique pour effectuer ce changement d'échelle. Dans le cadre de la présente étude, le pourcentage de variance expliquée pour chaque paire de prédicteur/prédictand est également du même ordre de grandeur que dans l'étude de Gachon et coll. (2005), soit entre 65 et 90 %. Les prédictands considérés ici sont les températures minimale, maximale et moyenne quotidienne. Les diverses analyses de sensibilité réalisées pour vérifier la précision des modèles climatiques utilisés ont montré un très bon niveau de fiabilité, à l'exception de la période de l'horizon 2020 qui peut s'avérer problématique en raison de la faiblesse des changements anticipés et de l'absence de signal climatique statistiquement significatif (Gachon et Dibike, 2006).

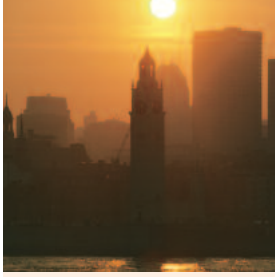
Les projections quant aux variations de mortalité sont évaluées pour certaines villes et régions administratives du Québec. Une station météorologique se trouve à proximité de toutes les villes considérées ce qui permet d'effectuer la réduction d'échelle. Toutefois, la taille des régions administratives a pu réduire la précision des projections pour ces régions. Enfin, il existe plusieurs modèles de circulation générale et tous produisent des résultats différents quant au climat futur. Le modèle qui a été employé (HadCM3) génère des projections près de la moyenne des autres modèles, à l'exception peut-être de la saison hivernale, où les projections relatives à la hausse de la température sont en bas de la moyenne (Chaumont, 2005).

La détermination des effets du climat sur la mortalité repose principalement sur les méthodes développées initialement par Schwartz et coll. (1996) pour les études d'impact de la pollution de l'air sur la santé. La régression de Poisson utilisée permet d'obtenir une relation statistique entre le nombre de décès par jour et les différents paramètres météorologiques disponibles. Il s'agit plus formellement d'un modèle linéaire généralisé avec une fonction lien particulière (McCullagh et Nelder, 1989). Les auteurs (Doyon et coll., 2006) ont choisi de représenter la relation entre les décès et un paramètre climatique donné par une fonction paramétrique de type spline cubique. Pour obtenir cette relation, on doit contrôler les facteurs de confusion (l'effet des jours de la semaine, des saisons et des tendances à long terme sur la mortalité). À titre illustratif, la figure 6.5 présente la relation température-mortalité pour trois villes avec et sans contrôle des facteurs de confusion.

Figure 6.5 Relation température-mortalité pour les villes de Montréal et Québec, et le Saguenay



Nota : Ces graphiques illustrent la relation obtenue entre la mortalité et la température moyenne quotidienne pour les villes de Montréal, Québec et le Saguenay. Les graphiques du haut [a), b) et c)] proviennent du modèle où l'on néglige les facteurs confondants. Les graphiques e), f) et g) correspondent au cas où l'on tient compte des facteurs confondants. Les graphiques d) et h) sont respectivement une superposition de a), b), c) et de e), f), g).



Plusieurs paramètres météorologiques peuvent être inclus dans le modèle de mortalité. Un premier balayage a été effectué en ajoutant une à une dans le modèle les variables climatiques disponibles. Des analyses préliminaires ont été réalisées pour quelques villes (Montréal, Québec, Gatineau, Sherbrooke et Saguenay), pour les décès toutes causes, et certaines classes plus spécifiques (décès par maladies de l'appareil circulatoire ou de l'appareil respiratoire). Des modèles ont été construits en considérant différentes combinaisons de température maximale, minimale, moyenne et d'indice Humidex. Ces analyses ont permis de retenir seulement la température moyenne comme indicateur de température dans le modèle. Cette variable se démarquait des autres du point de vue statistique. Le critère d'information d'Akaike (1973) était utilisé comme indicateur de performance. L'ajout de l'écart diurne n'avait pratiquement pas d'effet dans le modèle. Le point de rosée, l'humidité et la pression atmosphérique ne permettaient pas non plus d'améliorer la déviance résiduelle du modèle. Différents regroupements des variables temps ont alors été prises en compte. Encore une fois ici, on ajoutait un à un les différents regroupements des variables. Par exemple, on ajoutait au modèle la température moyenne 1 à 3 jours avant le décès. Un balayage sur l'ensemble des variables climatiques a été ensuite réalisé, en plus d'essayer à chaque balayage, différents regroupements dans le temps. Le modèle final retenu contenait des regroupements de températures moyennes jusqu'à 14 jours avant le décès.

Ce modèle était ensuite jumelé aux simulations climatiques à long terme afin d'estimer les variations de la mortalité future. Les résultats présentés ici n'incluent pas les projections démographiques; on suppose donc que la taille de la population d'une ville ou d'une région ne changera pas dans le futur, ce qui est habituel dans ce type de simulations et permet de comparer par rapport à la situation présente. Une discussion très détaillée de la méthodologie, les analyses de sensibilité et une présentation des équations et termes retenus selon les villes et régions se trouvent dans Doyon et coll. 2006.

6.4.3 Résultats

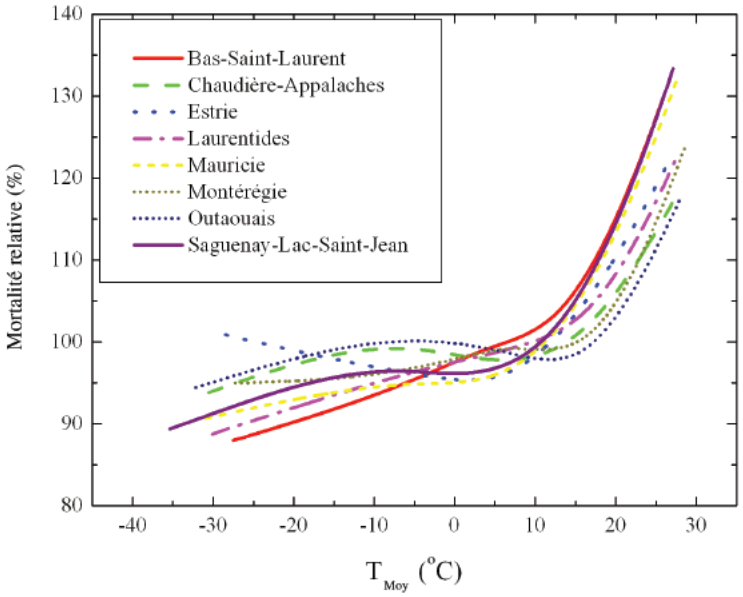
6.4.3.1 Modélisation historique

L'un des objectifs de ce projet était de fournir une description, à l'échelle de la province, des effets du climat, présent et futur, sur la population. Les auteurs ont d'abord évalué la mortalité quotidienne pour quelques villes du Québec méridional. Les méthodes décrites à la section précédente peuvent poser problème lorsque les taux de décès sont faibles (< 2 décès/jour). Les statistiques par régions administratives ont donc été ajoutées pour compléter les effectifs des villes où la modélisation pouvait être problématique.

Afin d'avoir un portrait détaillé des effets du climat sur la population, les auteurs ont premièrement établi une relation entre le climat et les décès toutes causes (non-traumatiques) pour les villes et régions où les modèles sont significatifs. Seule la ville de Montréal est retenue pour comparer les effets de la chaleur sur les causes de mortalité. Les causes retenues sont les décès par maladies de l'appareil circulatoire (codes CIM-9 390-459), de l'appareil respiratoire (codes CIM-9 460-519) et les tumeurs (codes CIM-9 140-239).

Les figures 6.5 et 6.6 montrent la relation mortalité-température quotidienne moyenne pour quelques villes et quelques régions; ces courbes représentent la mortalité relative en fonction de la température. Pour une température donnée, elles permettent de comparer la mortalité à la moyenne des mortalités pour toutes les autres températures, et ce, en tenant compte des saisons, des tendances à long terme et des jours de la semaine. (Par exemple, une mortalité de 130 % à une température donnée indique qu'il y a 30 % plus de décès à cette température qu'en moyenne).

Figure 6.6 Relation mortalité-température quotidienne moyenne pour quelques régions du Québec



La figure 6.6 permet de comparer les régions, sur une base qualitative, quant à l'effet de la température sur la mortalité. On choisit de présenter la relation avec la température quotidienne car c'est elle qui domine l'effet du climat sur les décès. De façon générale, on remarque que pour toutes les villes et régions, il semble y avoir un point au-delà duquel le nombre de décès augmente presque linéairement avec la température. De plus, la pente de la partie linéaire semble pratiquement identique d'une ville ou région à l'autre. Pour l'effet du froid, aucune tendance ne se dégage du graphique. L'effet du froid apparaît cependant plus évident en regardant la mortalité relative en fonction des températures des semaines précédant le décès.[4]

Il est intéressant de noter que malgré l'étendue des régions administratives et les micro-climats qui peuvent s'y retrouver, on arrive quand même à dégager (pour la partie « chaude » du graphique), la même relation quasi-linéaire entre la mortalité et la température. Pour les régions de l'Abitibi-Témiscamingue, de la Côte-Nord, de Lanaudière, du Centre-du-Québec, de la Gaspésie-Iles-de-la Madeleine et du Nord du Québec, aucun lien significatif entre la température et le nombre de décès ne semble vouloir se dégager; ces résultats ne sont pas présentés. Sauf pour Lanaudière et le Centre-du-Québec, ces régions sont faiblement peuplées et situées dans les parties nord et est de la province.

6.4.3.2 Estimation de la mortalité pour des climats futurs simulés

Il est possible d'estimer la variation de mortalité due aux changements climatiques, et ce pour différentes périodes futures. On utilise le modèle retenu HadCM ainsi que les prédictions futures pour ces périodes (scénarios A2 et B2). Les figures 6.7 et 6.8 montrent respectivement les projections quant à la mortalité estivale et annuelle pour quelques villes de la province de Québec. Les figures 6.9 et 6.10 illustrent ces projections pour quelques régions administratives. Les variations de mortalité sont exprimées en pourcentage de la mortalité historique (période 1981 – 1999) et présentées pour les périodes futures 2020, 2050 et 2080. Les projections pour la saison de l'été sont présentées car c'est dans cette période que les variations sont les plus importantes et significatives. En général, il y a une faible diminution de la mortalité en hiver et une faible augmentation au printemps et à l'automne. Les variations annuelles de la mortalité sont aussi présentées afin de faire le bilan sur une année complète. Les variations de mortalité à l'été étant largement supérieures aux autres saisons, il y a une augmentation de la mortalité annuelle en présence d'un climat futur plus chaud.

4 Voir p.ex., figure 7 dans Doyon et coll. (2006).

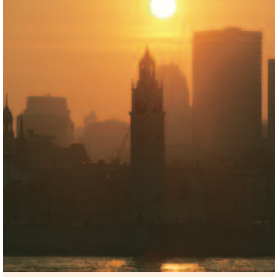
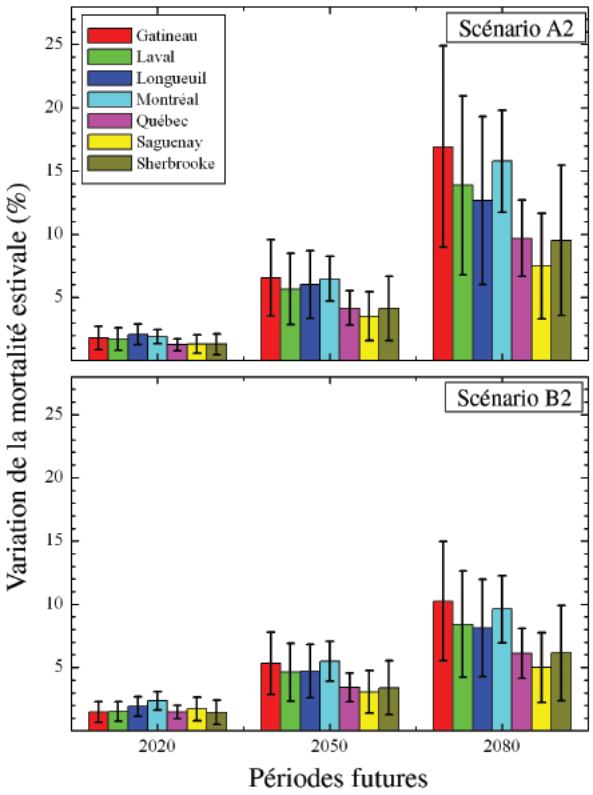
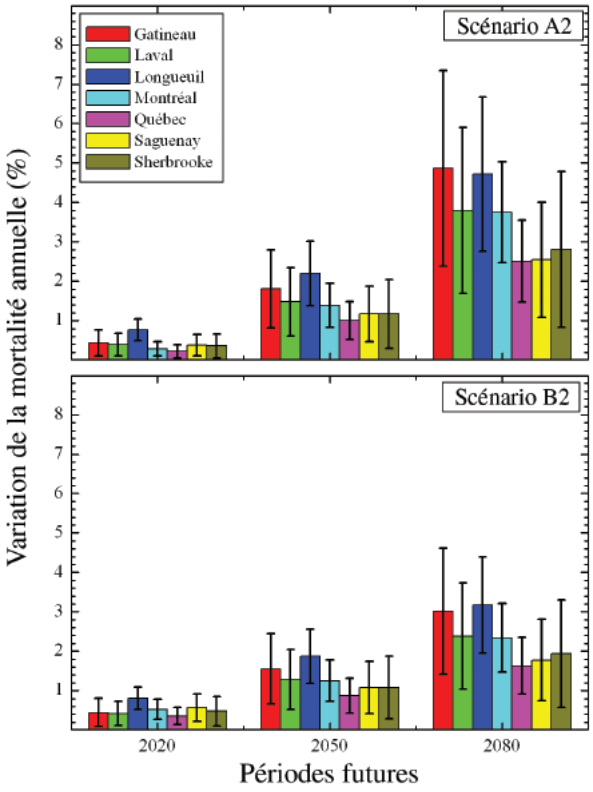


Figure 6.7 Variation de la mortalité estivale pour quelques villes du Québec méridional



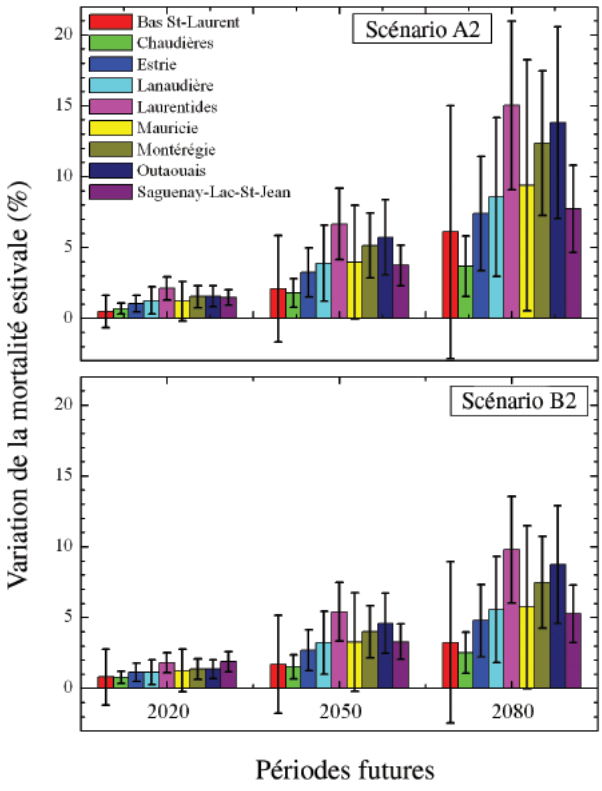
Nota : Cette figure présente les variations de la mortalité estivale dans quelques villes du Québec prévues pour les scénarios A2 et B2. Les variations sont exprimées en pourcentage de la mortalité historique de la période 1981 – 1999. L'intervalle de confiance (95 %) est aussi montré avec les barres d'erreur en noir.

Figure 6.8 Variation de la mortalité annuelle pour quelques villes du Québec méridional



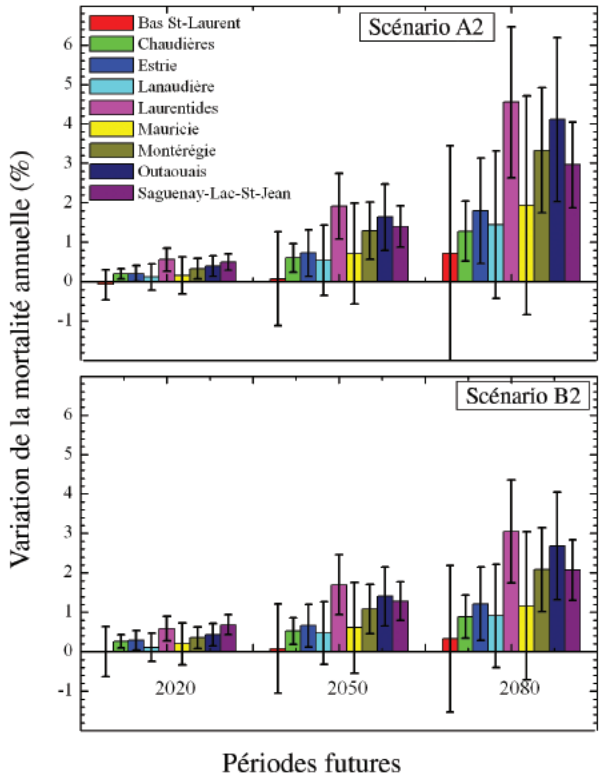
Nota : Cette figure présente les variations de la mortalité annuelle dans quelques villes du Québec prévues pour les scénarios A2 et B2. Les variations sont exprimées en pourcentage de la mortalité historique de la période 1981 – 1999. L'intervalle de confiance (95 %) est aussi montré avec les barres d'erreur en noir.

Figure 6.9 Variation de la mortalité estivale pour quelques régions du Québec méridional

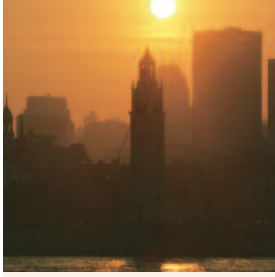


Nota : Cette figure présente les variations de la mortalité estivale dans quelques régions administratives du Québec prévues pour les scénarios A2 et B2. Les variations sont exprimées en pourcentage de la mortalité historique de la période 1981 – 1999. L'intervalle de confiance (95 %) est aussi montré avec les barres d'erreur en noir.

Figure 6.10 Variation de la mortalité annuelle pour quelques régions du Québec méridional



Nota : Cette figure présente les variations de la mortalité annuelle dans quelques régions administratives du Québec prévues pour les scénarios A2 et B2. Les variations sont exprimées en pourcentage de la mortalité historique de la période 1981 – 1999. L'intervalle de confiance (95 %) est aussi montré avec les barres d'erreur en noir.



Bien qu'il y ait des différences entre les villes quant aux projections, ces différences sont non significatives. Pour les régions, certaines différences sont significatives. Les projections pour les régions ont été obtenues en utilisant la moyenne des anomalies mensuelles de températures prévues pour des stations situées dans la région ou à proximité. En soi, cette approximation est grossière et pourrait expliquer en partie les différences observées. Un autre aspect important est la variabilité climatique que l'on retrouve à l'intérieur d'une même région, variabilité qui peut brouiller quelque peu le lien établi statistiquement entre la mortalité et la température. Il est intéressant de noter que malgré tout, les projections pour les régions de l'Estrie, de l'Outaouais et du Saguenay-Lac-St-Jean se rapprochent de celles de la principale ville située sur leur territoire (respectivement Sherbrooke, Gatineau et Saguenay).

6.4.3.3 Modèles et projections par groupes d'âge

Pour les villes de Montréal et Québec, des modèles par groupes d'âge ont été construits. Deux groupes seulement ont été considérés ici: les 15 à 64 ans et les 65 ans et plus[5]. Le groupe des 15 à 64 semble moins vulnérable à la chaleur (pente plus faible pour les températures supérieures à 15 °C), mais semble plus vulnérable au froid, notamment pour Québec où la pente est négative pour les températures inférieures à 10 °C. On constate que pour la période estivale, les variations de mortalité sont environ 2 à 3 fois plus importantes pour le groupe des 65 ans et plus que pour les 15 à 64 ans.

Les principaux résultats des simulations sont donc les suivants :

- Pour le scénario A2, une augmentation de la mortalité *estivale* de l'ordre de 2 % pour 2020, de 6 % pour 2050, et de 10 % pour 2080, ainsi qu'une augmentation de la mortalité *annuelle* de l'ordre de 0,5 % pour 2020, 1,5 % pour 2050, et de 3 % pour 2080. En nombre absolu de décès par année[6], il s'agirait d'une augmentation de l'ordre de 150 décès annuels en 2020, de 550 décès annuels en 2050, et de 1 400 en 2080 pour le Québec méridional. L'intervalle de confiance à 95 % de ces chiffres montre cependant une grande étendue des valeurs possibles, qui varient aussi selon les scénarios climatiques utilisés. Par contre ces données ne tiennent pas compte du vieillissement prévisible de la population, qui aura tout probablement tendance à faire augmenter le nombre de décès liés au réchauffement.
- Cette augmentation touche la plupart des régions du Québec, à l'exception de la Côte-Nord et de la Gaspésie, avec une augmentation de l'intensité de l'est vers l'ouest.
- Il ne semble pas y avoir de différence significative entre les principales villes du Québec quant à la vulnérabilité de leur population face aux changements climatiques.
- L'augmentation de la mortalité pour la population âgée de 65 ans et plus est environ deux à trois fois plus importante que pour celle âgée entre 15 et 64 ans.
- L'effet de la température sur la population de 15 à 64 ans semble évoluer dans le temps. Ce groupe d'âge est plus vulnérable à la hausse des températures pendant la période de 1991 à 1999 que pendant la période de 1981 à 1989[7].

5 Non présenté ici. Voir figure 17 dans Doyon et coll. (2006).

6 Voir tableaux 3, 4, 5 et 6 de Doyon et coll. (2006) pour une présentation détaillée.

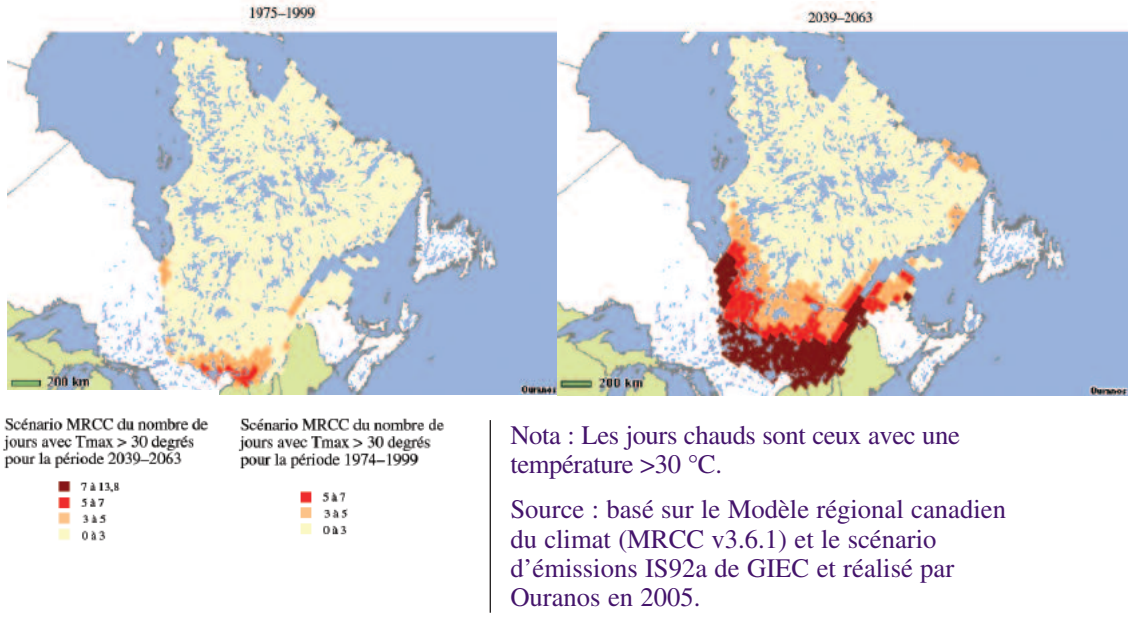
7 Non présenté ici. Voir figure 21 dans Doyon et coll. (2006).

6.4.4 Discussion

Des modèles statistiques pour relier la mortalité au climat et en tirer des prédictions pour deux scénarios climatiques futurs ont été préparés pour le Québec. Ces projections ont été présentées pour quelques villes et régions administratives du Québec. Les projections pour les régions administratives comportaient quelques faiblesses. En effet, lors de la construction des modèles, il fallait établir une moyenne de la température sur une étendue géographique relativement grande et comportant parfois des micro-climats (la région montagneuse des Laurentides en est un exemple). Aussi, pour ces grandes régions administratives, les projections de température des différentes périodes futures étaient parfois obtenues en utilisant les données de stations relativement éloignées. Les résultats pour les villes ne souffrent cependant pas de ces approximations.

On constate qu'il n'y a pas d'écart significatif entre les projections obtenues pour les différentes villes. La densité de population limitait les modèles aux régions situées le long du St-Laurent, à l'Outaouais et au Saguenay-Lac-St-Jean. Les variations de climats futurs projetées pour ce territoire sont très similaires et n'entraînent pas de différence significative dans la mortalité future des villes considérées (figure 6.11).

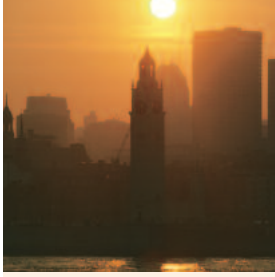
Figure 6.11 Nombre moyen annuel actuel et simulé des jours chauds



Nota : Les jours chauds sont ceux avec une température >30 °C.

Source : basé sur le Modèle régional canadien du climat (MRCC v3.6.1) et le scénario d'émissions IS92a de GIEC et réalisé par Ouranos en 2005.

Il existe dans la littérature quelques publications qui présentent des projections des variations de la mortalité pour les périodes futures. Par exemple, Donaldson et coll. (2001) ont publié des projections pour le Royaume-Uni et quelques-unes de ses villes importantes. Sur une base annuelle, ils prévoient une diminution de la mortalité. Pour toutes les villes analysées, Doyon et coll. (2006) obtiennent le résultat contraire, soit une augmentation de la mortalité totale. Plusieurs facteurs peuvent expliquer cette différence, dont la capacité d'adaptation au froid et certains aspects méthodologiques.



Tel que rapporté par Wilkinson et coll. (2001), l'excès de mortalité hivernale en Angleterre entre 1986 et 1996 a été attribué, entre autres choses, à l'absence de chauffage central et au coût élevé du chauffage. Le réchauffement éventuel de la température pourrait donc contribuer à diminuer la mortalité en hiver dans cette région européenne. Au Québec, la situation est toutefois différente. En fait, il est peu probable que le réchauffement influence, en moyenne, la mortalité en hiver. Au fil des ans, les Québécois ont développé diverses stratégies pour s'acclimater au froid. La *Loi sur l'économie de l'énergie dans le bâtiment* (1983), visant à assurer une performance minimale de l'isolation thermique des murs et des plafonds, en est un exemple (Régie du bâtiment du Québec, 2006). Par ailleurs, la richesse des ressources naturelles au Québec permet d'assurer un chauffage pour une somme relativement peu élevée, voire même parmi les plus faibles par rapport à plusieurs pays industrialisés dont le Royaume-Uni (Filion et Lauzier, 2002).

Certaines différences méthodologiques entre l'étude présentée dans ce rapport et celle de Donaldson et coll. (2001) ne sont également pas à négliger. D'abord, ces auteurs n'ont pas contrôlé l'effet des saisons. Comme mentionné précédemment, le contrôle des saisons affecte principalement les résultats pour la partie froide du modèle (figure 6.6). Un modèle pour lequel on ne contrôle pas cet effet, prévoira moins de décès pour les hivers des climats futurs. En contrôlant l'effet des saisons, on arrive à une augmentation de la mortalité en été qui n'est pas balancée par une diminution pour les autres saisons[8]. Le contrôle de l'effet des saisons est essentiel, selon Doyon et coll. (2006), si on ne veut pas confondre la mortalité due au climat avec celle due aux facteurs saisonniers (p. ex., les épidémies). D'autres aspects méthodologiques sont différents dans la publication de Donaldson et coll. (2001). Ainsi, les analyses de Doyon et coll. (2006) montrent que les projections quant aux variations de la mortalité sont presque doublées en été en utilisant l'anomalie mensuelle plutôt qu'annuelle pour construire les températures futures.

Par une approche différente où l'on introduit le concept de masse d'air à l'échelle synoptique pour établir une relation entre la mortalité et le climat (Kalkstein et Greene, 1997), d'autres chercheurs ont estimé, pour plusieurs villes aux États-Unis, que le nombre de décès dû aux journées chaudes serait environ trois fois plus important que leur diminution pour les journées froides. Cette estimation va dans le même sens que celles de Doyon et coll. (2006). Il est difficile de comparer ces résultats avec les travaux non publiés de Kalkstein et Smoyer (1993) cités dans Last et Chiotti (2001) qui avancent les chiffres de 240 à 1140 décès supplémentaires par année pour la ville de Montréal; les données de cette recherche (plus spécifiquement la période pour laquelle les projections on été émises) n'étaient pas disponibles. Les variations observées ici pour la ville de Montréal se situent dans la limite inférieure de cette projection pour 2050 et dans le milieu de l'intervalle pour 2080[9]. Plus récemment, une étude a été menée par Environnement Canada pour établir des projections futures pour quelques villes du centre-sud du pays, en y incluant le réchauffement et les effets de la pollution. Ces résultats (Cheng et coll., 2005) sont du même ordre de grandeur.

8 Si on ne contrôle pas pour les saisons, le lien entre les décès et les températures froides semble plus important : la pente du graphique est plus importante pour les températures froides lorsqu'il n'y a pas de contrôle. Si on utilise ces modèles pour faire des prédictions sur les variations de la mortalité en hiver pour les climats futurs (qui seront plus chauds), on prédit une diminution importante des décès en hiver. À l'inverse, si on contrôle l'effet des saisons, le lien entre les températures froides et la mortalité devient plus faible et les variations estimées de la mortalité en hiver sont moins importantes.

9 Données non présentées ici. Voir tableaux 4 et 5 de Doyon et coll. (2006).

Avec le vieillissement de la population, il y aura en proportion de plus en plus de gens âgés de 65 ans et plus, proportion qui est passée de 9,7 % en 1986, à 12 % en 1996 (Pageau et coll., 2001) et qui atteindra environ 28 % pour ce groupe d'âge en 2040 (ISQ, 2000, 2003b). Les projections présentées aux figures précédentes ont été évaluées pour la population totale. On peut donc penser que ces projections constituent probablement une limite inférieure et qu'avec le temps, elles s'approcheront de plus en plus de celles obtenues pour une population de 65 ans et plus, qui sont de deux à trois fois plus sensibles à la mortalité liée à la chaleur.

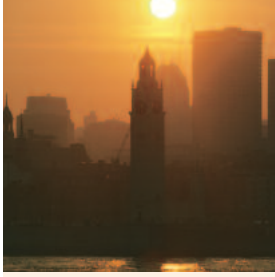
Un autre aspect important de la méthodologie concerne la stabilité du modèle dans le temps. Il est difficile de prévoir comment la population s'adaptera aux changements climatiques. Certaines normes seront peut-être mises en place pour la climatisation des habitations. Les campagnes de sensibilisation pourraient modifier la vulnérabilité des personnes les plus à risque. Cet aspect a été effleuré en considérant deux modèles: le premier construit avec les données de la période 1981 – 1989 et le second avec les données de la période 1991 – 1999. L'idée ici était de quantifier l'évolution possible de l'effet du climat sur la mortalité de la population. Pour la population générale, il n'y avait pas de changement significatif du modèle et de ses projections, du moins pour les villes de Montréal et Québec[10].

Un changement considérable a cependant été noté pour le groupe d'âge 15 à 64 ans: ce groupe semblait devenir plus vulnérable aux changements climatiques avec le temps. Pour la ville de Montréal, ce changement dans le modèle était plus important pour les hommes que pour les femmes. Le vieillissement de la population ne peut pas expliquer ce constat, au contraire. En effet, dans le groupe 15 à 64 ans, il y avait, en proportion, plus de gens âgés de 50 ans et plus de 1981 à 1989 que de 1991 à 1999. On devrait donc s'attendre à une vulnérabilité plus grande face au climat pour le groupe 15 à 64 ans de la période 1981 – 1989. Mais on trouve l'inverse.

On pourrait être tenté d'expliquer cette évolution par l'augmentation de la pollution de l'air, pollution dont on ne tient pas compte dans les modèles. Comme la pollution et les épisodes de smog sont parfois corrélés avec des températures plus chaudes, les relations entre la mortalité et la température obtenues par Doyon et coll. (2006) pourraient être légèrement faussées, en particulier pour la population active (entre 15 et 64 ans) et plus précisément pour les individus travaillant à l'extérieur. Si la pollution de l'air a augmenté de façon significative entre 1981 et 1999, on pourrait donc attribuer statistiquement les décès qui y sont liés à des températures chaudes et croire que la population devient plus vulnérable aux températures plus élevées.

Il est aussi possible que cette différence observée soit attribuable au petit nombre de décès, ce qui infère sur la stabilité de la mesure de la mortalité. D'un autre côté, les concentrations moyennes d'ozone – un polluant associé à l'augmentation de la mortalité chez les personnes atteintes de maladies pulmonaires chroniques (Lajoie et coll., 2003) – n'ont cessé d'augmenter dans le sud de la province entre 1990 et 2003 (Statistique Canada, 2006). Au cours de cette période (1990 – 1999), on a également noté une augmentation des décès dus à des maladies respiratoires dont les maladies pulmonaires obstructives, notamment chez les hommes de 25 à 44 ans dans la région de Montréal (Eco-Santé, 2005a). Comme la pollution et les épisodes

10 Résultats non présentés ici. Voir Doyon et coll. (2006).



de smog sont parfois corrélés avec les températures plus chaudes, il est possible que certains groupes de la population active deviennent plus vulnérables aux températures plus élevées (p.ex., travailleurs extérieurs).

Cette dernière hypothèse pourrait être vérifiée en introduisant les données de pollution dans les modèles des villes de Montréal et Québec. Certains auteurs ont déjà essayé de quantifier l'importance des effets de la température par rapport à ceux de la pollution (Kunst et coll., 1993; Pattenden et coll., 2003; Keatinge et Donaldson, 2006), et s'entendent sur le fait que la température influence beaucoup plus la mortalité que la pollution. Récemment, d'autres auteurs ont quantifié cette différence pour la ville de Toronto (Rainham et Smoyer-Tomic, 2003) et arrivent aux mêmes conclusions[11]. Il est donc peu probable que l'ajout d'indicateurs de pollution aux modèles puisse expliquer complètement l'évolution de la relation mortalité-température dans le groupe d'âge entre 15 et 64 ans.

Dans un autre ordre d'idée, il est important de réaliser que les modèles qui ont été établis dans ce chapitre représentent l'effet moyen du climat. Un aspect difficilement quantifiable est l'effet d'une vague de chaleur (ou autre événement extrême) sur la mortalité, car de tels événements ont été rares. Les auteurs ont ajouté au modèle un terme binaire pour tenir compte des vagues de chaleur. Pour la période 1981 – 1999, il y a eu quelques vagues de chaleur dans la province mais rien de comparable avec ce qu'a vécu la France en 2003 (InVS, 2003a).

6.4.5 Prochaines étapes

Il n'en reste pas moins que les augmentations de mortalité simulées ici demeurent importantes d'un point de vue de santé publique, et ces simulations représentent vraisemblablement la limite inférieure des augmentations étant donné le vieillissement démographique en cours et la possibilité que les émissions mondiales des GES et le réchauffement s'accélèrent. Il existe en effet de nombreux programmes de santé publique qui sont mis sur pied pour des facteurs de risque ayant des effets beaucoup moins marqués sur la mortalité et la morbidité. Il faudra donc incorporer ces informations dans la planification visant la prévention des facteurs de risque en cause et la protection de la santé des populations vulnérables.

Ces impacts appréhendés touchent aussi la majeure partie du Québec habité, ce qui a des implications importantes. Les problèmes du réchauffement, des vagues de chaleur et des effets qui y sont reliés sont souvent perçus au Québec comme des problèmes qui ne concernent que la région montréalaise. Ces données viennent montrer qu'il s'agit en fait d'un problème beaucoup plus vaste qui concernera à peu près tout le monde au Québec.

Enfin, il sera aussi utile de coupler ces simulations avec les modèles démographiques existants pour tenir compte de façon dynamique de l'évolution de la proportion des personnes âgées et de leur lieu de résidence sur le territoire. L'effet simultané de la pollution atmosphérique devrait aussi faire l'objet d'analyses supplémentaires.

11 Fait intéressant cependant, ces derniers montrent que la relation mortalité-température pour les hommes est celle qui est le plus influencée par le contrôle de la pollution dans le modèle.

6.5 VAGUES DE CHALEUR, VAGUES DE FROID, ET ADAPTATIONS ACTUELLES ET FUTURES

6.5.1 Introduction

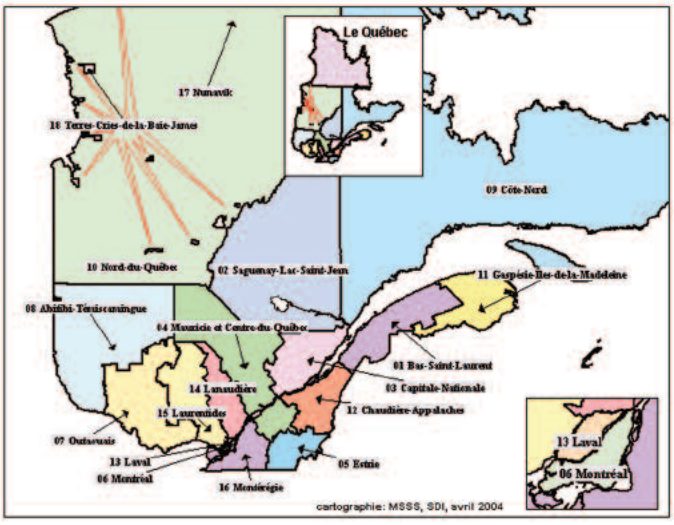
Cette section traite de trois études portant sur les perceptions et comportements lors de vagues de chaleur (Bélanger et coll., 2006b) et de vagues de froid (Bélanger et coll., 2006c), ainsi que sur la survenue des changements climatiques et sur les solutions suggérées actuellement pour les atténuer ou s'y adapter, réalisées dans le cadre de cette évaluation (Bélanger et Gosselin, 2007), en raison de leurs effets sanitaires préoccupants, notamment en Europe et en Amérique du Nord (Scottish Executive, 2001; Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2004, 2006; OMS, 2005; Centre on Global Change and Health, 2006; InVS, 2006). Elle synthétise certains résultats d'une étude réalisée par téléphone, en 2005, au Québec méridional et amorce une réponse à diverses questions relatives aux adaptations déployées actuellement lors de tels événements climatiques. Elle suggère également quelques stratégies d'adaptations futures, dont plusieurs font déjà l'objet de recommandations à l'échelle nationale et internationale (p. ex., Santé Canada, 2001, 2006; Menne et Ebi, 2006). Ces recommandations incluent des recherches plus approfondies pour poursuivre et étoffer la réflexion entreprise, de même que la mise en place de mesures de santé et d'entraide publiques.

6.5.2 Méthodologie

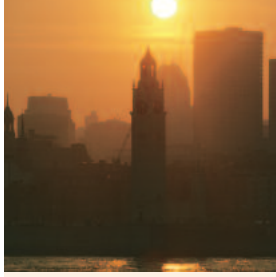
6.5.2.1 Population à l'étude

La population à l'étude était constituée de personnes résidant dans la partie méridionale de la province de Québec (figure 6.12), laquelle couvre 15 des 18 régions sociosanitaires (RSS) et regroupe plus de 99 % de la population québécoise (ISQ, 2006c). Les effets des changements climatiques sur la santé dans les trois régions nordiques (figure 6.12 : les régions 10, 17 et 18) sont traités et résumés au chapitre 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien.

Figure 6.12 Carte des régions sociosanitaires du Québec



Source : MSSS, 2004.



6.5.2.2 Échantillon

L'échantillon, stratifié selon la région sociosanitaire (RSS) de résidence et poststratifié selon le sexe (Alavi et Beaumont, 2003) a été calculé à l'aide des données de recensement 2001 (ISQ, 2005b), pour un niveau de confiance de 95 % et un niveau de précision de 0,35 (Thompson, 1987). L'échantillon total était de 5 080 Québécois âgés de 18 ans et plus; la moitié ont été rejoints au printemps 2005 et l'autre moitié, à l'automne 2005[12]. L'échantillonnage a été effectué par ménage seulement à partir d'une sélection aléatoire des numéros de téléphone résidentiels publiés.

Parmi l'ensemble des répondants[13], 5,7 % résidaient dans l'Est du Québec (figure 6.12 : RSS 01, 03 et 11); 5,9 %, au nord de la province (RSS 02 et 08); 14,5 %, la région de la ville de Québec (RSS 03 et 12); 6,5 %, le centre de la province (RSS 04); respectivement 21,0 % et 15,7 %, le sud (RSS 05 et 16) et le nord de Montréal (RSS 07, 14 et 15); 30,6 %, Montréal (RSS 06) et Laval (RSS 13)[14]. Une faible majorité des répondants étaient des femmes (51,5 %) et la majorité était âgée de 35 à 64 ans (54,7 %; 18-34 ans : 29,3 %; 65 ans et plus : 16,0 %). La première langue apprise à la maison était le français pour 81,3 % des participants (anglais uniquement : 5,8 %; autre langue que les deux précédentes : 10,1 %; anglais ou français plus une autre langue : 2,9 %).

6.5.2.3 Collecte des données

Une firme de sondage a recueilli les renseignements par téléphone (durée moyenne de l'entrevue : 20 minutes), sept jours sur sept, de 9h30 à 21h30, avec un système informatique permettant de redistribuer l'ordre des questions de façon aléatoire. Pour minimiser le biais d'information pouvant être associé à la température extérieure la journée de l'entrevue, deux collectes de données ont été réalisées. La première collecte (du 16 mars au 19 avril 2005) a permis de colliger les informations portant sur les adaptations aux vagues de chaleur; la deuxième (du 15 septembre au 25 octobre 2005) de recueillir des renseignements sur les adaptations aux vagues de froid. Chaque répondant n'a été interviewé qu'une seule fois.

6.5.2.4 Développement du questionnaire

Une attention particulière a été apportée au développement du questionnaire de l'étude, réalisé selon les étapes suivantes : 1) élaboration d'un questionnaire préliminaire à partir de la littérature portant sur la santé et les changements climatiques, pour fins d'entrevues exploratoires (Presser et coll., 2004); 2) entrevues exploratoires (durée moyenne : 2 heures), en face-à-face, auprès de 21 personnes volontaires (≥18 ans) pour vérifier la compréhension de certains termes (p. ex., maladie chronique), identifier les échelles de mesure à retenir, et les questions sensibles à exclure; 3) développement d'une première version du questionnaire de l'étude; 4) validation du questionnaire par téléphone (p. ex., clarté et précision des questions) auprès de 61 personnes volontaires (≥18 ans), recrutées par les chercheurs du projet et des professionnels de la santé publique travaillant dans les 15 régions sociosanitaires étudiées; 5) validation du contenu du questionnaire (versions anglaise et française) par 5 experts travaillant dans le domaine de la santé et des changements climatiques au Canada; 6) prétest des versions française et anglaise du questionnaire (n = 50) par la firme de sondage, au début de chacune des collectes de données.

---

12 Lors de la collecte des données printanière, 70,2 % des personnes éligibles (n = 3726) ont complété le questionnaire (C); 4,9 %, n'ont pas été interviewées parce que la collecte des données s'est terminée avant la date du rendez-vous fixé avec la firme de sondage (RV); 6,6 %, n'ont pu être rejoints (NR ; p. ex., répondeur); moins d'un pour cent (n = 7), n'ont pas terminé l'entrevue (I); 18,2 %, ont refusé de répondre à l'étude (R). Pour la collecte automnale, les statistiques correspondantes (n = 3731) ont été respectivement de 70,0 % (C), 5,8 % (RV), 7,7 % (NR), < 1 % (n = 11; I); et 16,5 % (R). Pour chacune de ces collectes, aucune différence n'a été observée entre le pourcentage de répondants et celui de non répondants, selon la RSS de résidence ($p \geq 0,4$).

13 Relativement aux caractéristiques sociodémographiques, aucune différence statistiquement significative n'a été observée entre les répondants de la première collecte de données (vagues de chaleur) et ceux de la deuxième (vagues de froid).

14 En raison de l'arrondissement des pourcentages (1 décimale près), il est possible que le total ne soit pas de 100 %.

6.5.2.5 Renseignements recueillis

De façon générale, les renseignements recueillis auprès de l'ensemble des participants (1re et 2e collectes) touchaient : les caractéristiques sociodémographiques (p. ex., revenu); l'état de santé (p. ex., maladies chroniques); le logement (p. ex., efficacité perçue de l'isolation); le moyen de transport (p. ex., utilisation d'une automobile); la consultation des médias pour s'informer de la météo (p. ex., indice de refroidissement éolien), l'adaptation des comportements vestimentaires en fonction de la météo, et l'observance des conseils préventifs émis lors d'événements climatiques extrêmes; les perceptions sur la survenue des changements climatiques (p. ex., canicules) et sur les solutions suggérées actuellement pour les atténuer ou s'y adapter[15]. Les questions en rapport avec les vagues de chaleur (1re collecte) ou les vagues de froid (2e collecte) concernaient les moyens utilisés à domicile pour se rafraîchir (p. ex., climatisation) ou pour se réchauffer (p. ex., four de la cuisinière), et les stratégies pour se protéger (p. ex., couvre-tête) lors d'activités extérieures (p. ex., emplettes) réalisées malgré les températures extrêmes.

6.5.2.6 Analyse

Les renseignements recueillis ont été pondérés par calage pour l'âge et la langue du répondant, sur la base des données de recensement 2001 (ISQ, 2005b). Les analyses ont tenu compte du plan d'échantillonnage stratifié selon les régions sociosanitaires. Le test du rapport de vraisemblance de Rao-Scott a été utilisé pour l'analyse bivariée; la régression logistique, pour l'analyse multivariée (Sautory, 2005)[16]. Le seuil de rejet statistique retenu a été de $\alpha < 0{,}0001$, en raison du nombre élevé de répondants.

6.5.3 Vagues de chaleur

6.5.3.1 Adaptations actuelles

Accès et utilisation de climatiseurs et de ventilateurs

Parmi l'ensemble des répondants, 10,2 % n'avaient ni ventilateur ni climatiseur à leur domicile, 53,9 % possédaient uniquement des ventilateurs, 26,2 % à la fois des ventilateurs et des climatiseurs, et 9,6 % des climatiseurs seulement. Près de la moitié des participants dotés d'un climatiseur (35,8 %) avaient accès à un système central ou mural (dit « fixe » par rapport à un système « amovible » comme un appareil mobile ou de fenêtre).

Les aînés (41,3 %) étaient plus souvent pourvus d'un climatiseur à domicile que leurs cadets (35-64 ans : 36,9 %; 18-34 ans : 31,0 %), de même que les répondants cohabitant avec d'autres (38,4 %) relativement aux participants vivant seuls (26,1 %), et les mieux nantis (≥ 60 000 $ avant impôt et de toutes provenances dans les 12 derniers mois[17] : 45,5 %) comparativement aux moins fortunés (< 15 000 $: 22,1 %; strates intermédiaires : entre 15 000 et 59 999 $, 28,5 % à 39,4 %) (figure 6.13).

15 Les perceptions concernant le climat sont traités dans la section 6.5.5.

16 Les résultats des analyses multivariées ne sont pas présentés dans cette section. Pour plus d'informations, consultez Bélanger et coll., 2006b et 2006c.

17 Tous les revenus mentionnés ici sont avant impôts, provenant de toutes sources, au cours des 12 derniers mois.

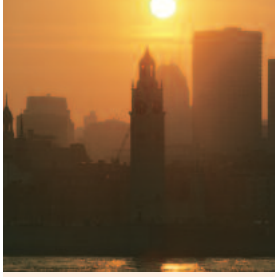
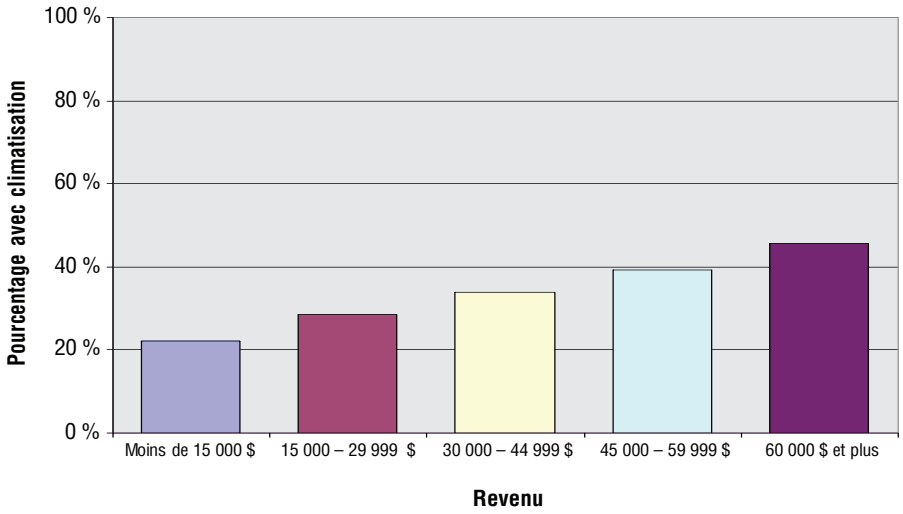
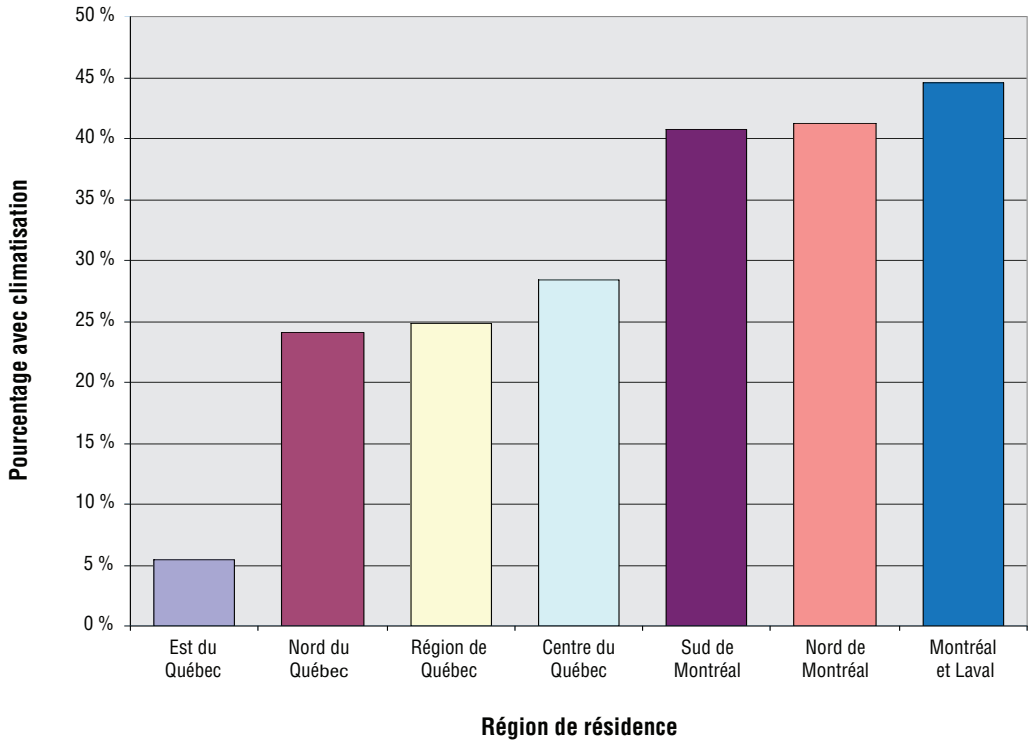


Figure 6.13 Prévalence de la climatisation à domicile selon le revenu



La prévalence de l'accès à la climatisation a aussi varié selon la région de résidence, passant de 5,4 % dans l'est du Québec à 24,1 % au nord de la province (au sud du 49e parallèle); 24,8 %, dans la région de Québec; 28,4 %, au centre de la province; respectivement 40,8 % et 41,2 %, au sud et au nord de Montréal; et 44,6 %, à Montréal et Laval (figure 6.14).

Figure 6.14 Prévalence de la climatisation à domicile selon la région de résidence



Durant les vagues de chaleur, 56,0 % des participants se servaient de leur climatiseur de façon ininterrompue – particulièrement ceux qui avaient accès à un appareil fixe (57,6 %; amovible : 42,4 %) – 20,1 % l'utilisaient strictement la nuit et 21,0 % uniquement le jour (jamais : 1,4 %). Le groupe de personnes utilisant le moins souvent leur système de climatisation la nuit lors des canicules était constitué des 65 ans et plus ayant un revenu annuel de moins de 45 000 $ (58,5 %). Le deuxième groupe référait aux participants de moins de 65 ans rapportant un revenu du même ordre (75,5 %). Enfin, les troisième et quatrième groupes concernaient les mieux nantis (≥ 45 000 $), soit d'abord les 65 ans et plus (79,7 %), ensuite leurs cadets (84,8 %). Relevons que la climatisation du logement, surtout à l'aide d'un appareil fixe, a été la principale raison évoquée par les répondants n'ouvrant jamais leurs fenêtres la nuit lors des canicules.

Quatre répondants sur cinq possédaient au moins un ventilateur; 42,8 % les employaient jour et nuit (j/n) lors de chaleur accablante, 31,8 % exclusivement la nuit (n), et 17,3 % strictement le jour (j) (jamais : 8,1 %). Les ménages avec climatisation utilisaient moins les ventilateurs. Ceux-ci étaient utilisés, la nuit, plus fréquemment par les participants âgés de moins de 65 ans (35-64 ans : 76,8 %; 18-34 ans : 79,6 %) que par leurs aînés (55,7 %), et par les répondants atteints de maladies neurologiques chroniques (j/n : 61,2 %; n : 16,1 %; j : 16,5 %; jamais : 6,2 %) que par les gens affligés d'un autre type d'affection (j/n : 43,0 %; n : 24,9 %; j : 22,5 %; jamais : 9,6 %) ou non malades (j/n : 42,2 %; n : 34,7 %; j : 15,6 %; jamais : 7,6 %). Enfin, les participants se servant de ventilateurs (nuit) jugeaient moins efficace l'isolation de leur logement et ouvraient plus souvent les fenêtres le soir venu.

Lieux privilégiés pour se rafraîchir durant les canicules selon le type de logement habité

Pour se rafraîchir lors des canicules, 62,3 % des répondants préféraient rester chez eux (dans la maison : 30,7 %; balcon ou cour : 31,6 %), dont la moitié avait accès à une piscine extérieure. Les autres participants (37,2 %) se dirigeaient généralement vers des endroits publics extérieurs. À ce propos, les lieux publics privilégiés étaient les plages ou autres bords de cours d'eau (15,7 %), les jardins ou parcs (9,6 %), les piscines extérieures (7,4 %), et les endroits climatisés (9,5 %).

Les résidents d'une maison privilégiaient rester chez eux pour se rafraîchir plus souvent que les répondants vivant en appartement (qui demeuraient strictement à l'intérieur), ou profitaient de leur piscine privée. Relativement aux autres participants, ils avaient plus souvent de 35 à 64 ans, des enfants mineurs et des revenus de 45 000 $ ou plus. Ils vivaient plus fréquemment dans un logement amélioré depuis sa construction – soit par l'ajout de matériaux isolants, soit par le remplacement de portes ou fenêtres – et dont l'isolation était perçue très efficace pour contrer l'humidité. Près de 40 % avaient un climatiseur à domicile (fixe : 23,5 %; amovible : 15,9 %).

On a également observé des différences importantes entre les résidents d'un immeuble habitant dans un petit édifice et ceux habitant dans un grand édifice, comme le montre le tableau 6.4.

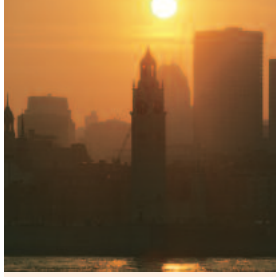


Tableau 6.4 Les proportions (%) pour quelques caractéristiques liées au lieu de résidence et comportement pendant les vagues de chaleur

Caractéristiques	Propriétaires	Résidents d'un immeuble (moins de 5 étages)	Résidents d'un immeuble (5 étages et plus)
Rester à la maison	69,9	51,2	60,5
Entre 35 et 64 ans	61,3	44,7	36,8
Avec enfants de moins de 18 ans	36,2	24,3	12,5
Sans enfants	26,9	49,4	50,7
Revenu supérieur à 45 000 $	50,3	25,4	29,4
Isolation améliorée depuis sa construction	41,6	26,2	12,1
Portes ou fenêtres remplacées depuis la construction	65,6	55,7	40,7
Isolation perçue comme un moyen efficace pour contrôler l'humidité	40,2	22,4	32,2
Vit seul	11,0	35,0	50,4
Accès à un climatiseur	39,4	28,2	41,5

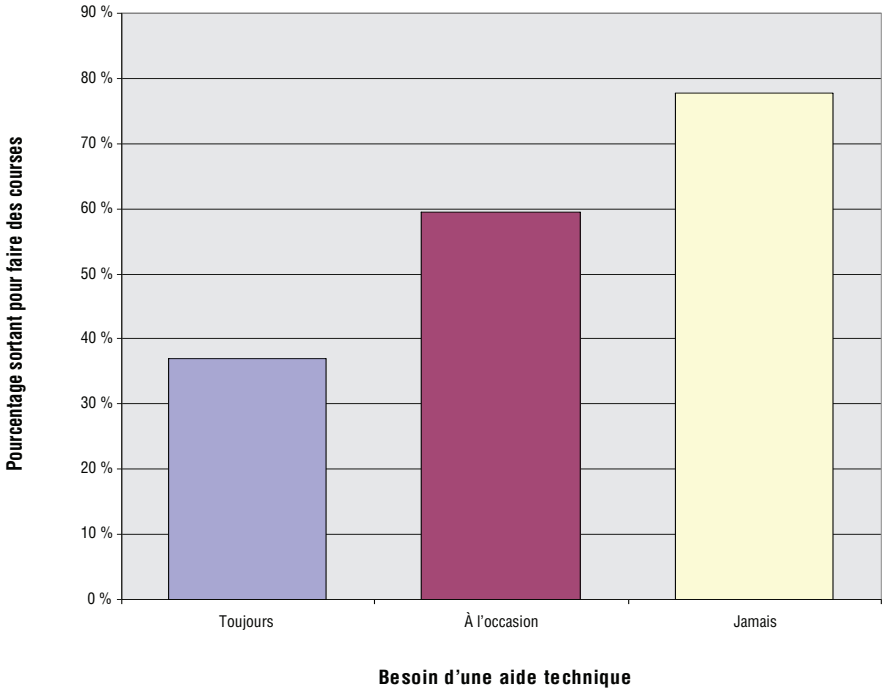
Source : Bélanger et coll. (2006b).

Parmi les résidents d'un immeuble d'au moins cinq étages, 60,5 % restaient chez eux durant les vagues de chaleur, dont plus de la moitié uniquement à l'intérieur; 10,2 %, ne sortaient que sur leur balcon; 25,9 %, disposaient d'une piscine à domicile. Ils étaient plus souvent âgés de 65 ans et plus (37,7 %) par rapports aux propriétaires de maisons (14,4 %) ou aux résidents vivant dans des petits édifices (15,2 %). Un sur deux n'avait pas d'enfant et vivait seul. Relativement aux autres participants, ils habitaient moins souvent un appartement ayant subi des réparations majeures; 19,9 % avaient un climatiseur fixe et 21,6 %, un appareil amovible, pour un total de 41,5 %.

Quant aux résidents d'un édifice de moins de cinq étages, ils ont été les participants quittant le plus fréquemment leur domicile pour se rafraîchir lors des canicules (48,7 %). Ils avaient également plus souvent de 18 à 34 ans (40,1 %) que les autres répondants et un revenu inférieur à 45 000 $. Enfin, ils ont été les participants qualifiant le moins souvent de très efficace l'isolation de leur logement contre l'humidité, et les moins souvent pourvus d'un climatiseur (fixe : 4,3 %; amovible : 23,9 %; total de 28,2 %).

Sorties pour faire des emplettes ou des activités physiques intenses durant les canicules
Les canicules ont affectés les répondants différemment selon leur tendance à sortir pour faire des emplettes (p. ex., épicerie) : 28,7 % des répondants sortaient toujours durant les canicules pour faire des emplettes; 20,2 %, souvent; 26,9 %, à l'occasion; 15,0 %, rarement, et 8,0 %, jamais. Les participants sortant au moins occasionnellement étaient plus souvent des travailleurs (80,0 %) que des sans emploi (74,0 %), étudiants (74,4 %) ou retraités (68,3 %); des répondants jugeant leur état de santé très bon (80,1 %) ou bon (77,0 %), que des personnes le qualifiant de moyen (69,3 %) ou de mauvais (54,3 %); et des participants n'ayant jamais besoin d'une canne ou d'un fauteuil roulant (77,8 %) que des gens y ayant recours parfois (59,4 %) ou toujours (37,0 %) (figure 6.15).

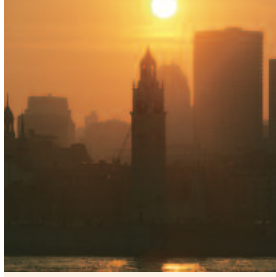
Figure 6.15 Prévalence des sorties pour faire des emplettes (au moins à l'occasion) lors des vagues de chaleur, selon la fréquence d'utilisation d'une aide technique



Plusieurs participants ont également rapporté faire des activités physiques intenses extérieures (p. ex., course à pied, tonte du gazon) malgré la chaleur accablante, soit : 14,4 %, toujours; 16,4 %, souvent; 20 %, parfois ou rarement; et 28,5 %, jamais. Les répondants en effectuant au moins occasionnellement était plus souvent des hommes (60,2 %) que de femmes (41,5 %); des gens âgés de 18 à 34 ans (58,6 %) que de 35-64 ans (49,9 %) ou de 65 ans et plus (37,2 %); des étudiants (68,0 %), suivis des travailleurs susceptibles d'effectuer des tâches manuelles et d'être exposés à la chaleur (58,4 %), des travailleurs ayant des activités professionnelles moins exigeantes physiquement (49,3 %), des sans emploi (48,7 %) et des retraités (40,5 %); des personnes qui considéraient que les événements climatiques extrêmes (dont les canicules) n'avaient aucun impact sur leur santé (56,9 %), relativement aux participants qui ressentaient leurs effets néfastes (un peu : 44,8 %; moyen : 44,6 %; beaucoup : 30,5 %).

Utilisation de crème solaire, de lunettes fumées et d'un couvre-tête lors des vagues de chaleur
Lorsqu'il fait soleil, 64,7 % des répondants utilisaient souvent ou toujours des lunettes fumées (parfois, p : 11,8 %; rarement/jamais, r/j : 23,4 %); 48,3 %, un écran solaire (p : 16,5 %; r/j : 35,2 %); 43,4 %, un couvre-tête (p : 14,3 %; r/j : 42,3 %). En présence d'une couverture nuageuse, ces statistiques étaient respectivement de 48,1% pour l'usage de lunettes fumées (p : 15,0 %; r/j : 36,9 %); de 34,2 % pour l'application de crème solaire (p : 15,5 %; r/j : 50,3 %); et de 31,0 % pour le port d'un couvre-tête (p : 14,7 %; r/j : 54,3 %).

Lorsqu'il fait soleil, les femmes (76,1 %) s'appliquaient de la crème solaire plus souvent que les hommes (52,8 %); les parents d'enfants mineurs (74,3 %), plus fréquemment que les parents d'enfants majeurs seulement (60,6 %) ou sans enfant (59,9 %); les mieux nantis davantage que les moins fortunés (≥ 60 000 $: 72,8 %; < 15 000 $: 52,7 %; strates intermédiaires : 61,2 % à 67,7 %); et les répondants observant souvent ou toujours (70,3 %) les conseils préventifs émis lors d'événements climatiques extrêmes (dont les canicules) plus souvent que ceux qui s'y pliaient parfois (63,9 %), rarement ou jamais (49,4 %). Le sexe



(femmes : 80,7 %; hommes : 72,1 %) et l'observance des conseils préventifs (souvent ou toujours : 81,0 %; parfois : 73,7 %; rarement ou jamais : 67,2 %) ont également été associés au port de lunettes fumées, de même que l'usage d'une automobile (climatisée : 80,8 %; non climatisée : 75,9 %; sans automobile : 64,3 %).

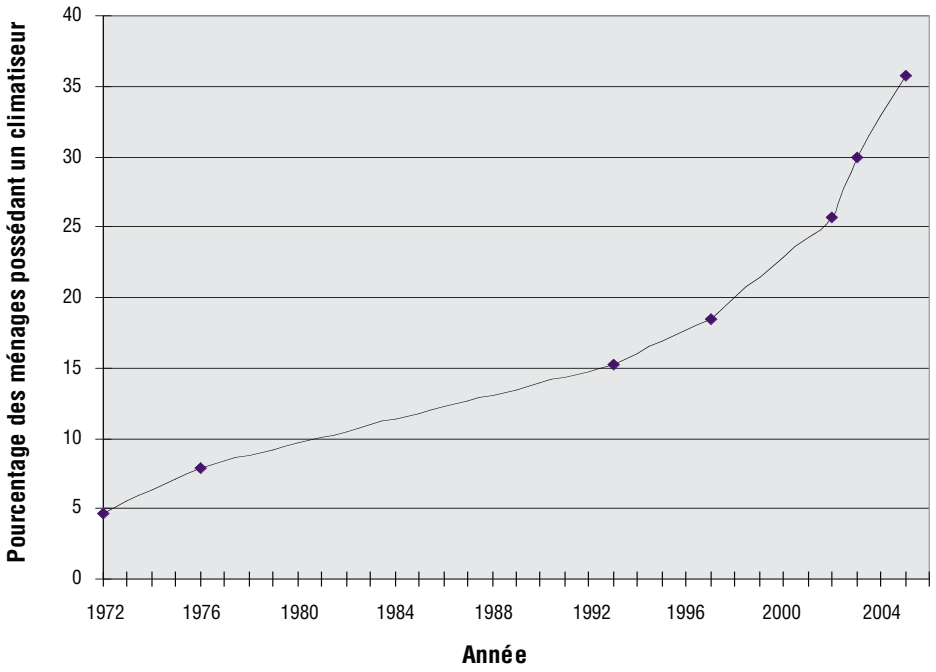
Quant au couvre-tête, il semble davantage porté par les hommes (66,7 %; femmes : 49,0 %) et les gens âgés de 65 ans et plus (61,1 %; 35-64 ans : 57,6 %; 18-34 ans : 55,7 %). En terminant, relevons que l'adoption d'un comportement en présence de soleil semble être devenu une pratique courante chez plusieurs répondants, si bien que ces derniers faisaient usage de crème solaire, de lunettes fumées ou d'un couvre-tête même lorsque le ciel était couvert; et d'autre part qu'il semble exister une forte corrélation entre l'adoption (ou non) de ces comportements préventifs.

6.5.3.2 Suggestions d'adaptations futures

Relativement à la climatisation

La propension à climatiser augmente au Québec depuis quelques décennies, passant de 4,7 % en 1972 à 15,2 % en 1993, 30 % en 2003 (ISQ, 2006e), 35,8 % en 2004 (figure 6.16).

Figure 6.16 Prévalence de la climatisation au Québec de 1972 à 2005



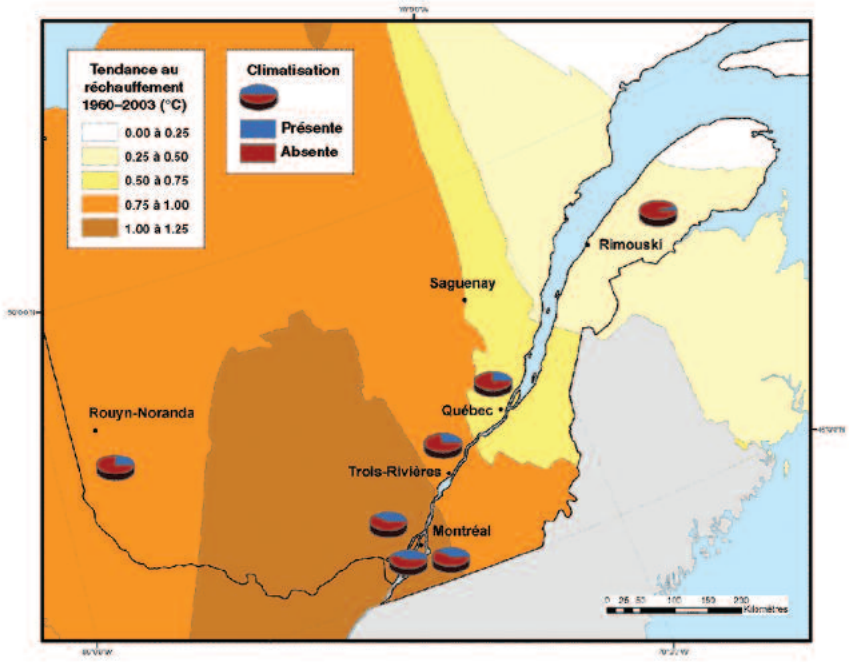
Source : d'après ISQ (2006e) et Bélanger et coll. (2006b).

Cette hausse suit également une trajectoire est-ouest, à l'instar du réchauffement de la température observé entre 1960 et 2003 au Québec méridional (Yagouti et coll., 2006) (figure 6.17). Selon les tendances démographiques projetées pour 2026, fondées sur le recensement de 2001, le réchauffement serait plus intense dans les régions où il y aura accroissement de la population (ISQ, 2003b). Ce dernier phénomène amplifiera inévitablement le besoin de climatisation, notamment en raison de l'apparition d'îlots thermiques urbains favorisée par de plus fortes densités de population dans le sud-ouest

du Québec (Giguère et coll., 2006d). Il serait donc souhaitable, avancent les auteurs (Bélanger et coll., 2006b) de suivre l'évolution de ces trois tendances à la hausse et à cette fin :

- de préciser les statistiques colligées sur la climatisation (p. ex., type de climatiseur);
- d'étudier périodiquement l'évolution des températures en corrélation avec les tendances démographiques; et
- d'ajouter les données précédentes à un atlas interactif permettant leur représentation cartographique et graphique, et accessible via Internet pour informer à la fois les gestionnaires et la population générale.

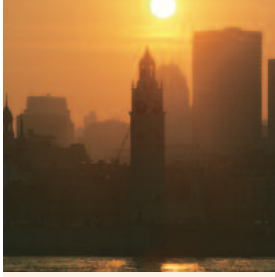
Figure 6.17 Prévalence de la climatisation en 2005 selon l'évolution à la hausse des températures moyennes (1960 – 2003) au Québec méridional



Source : d'après Bélanger et coll., (2006b) et Yagouti et coll., (2006).

Les personnes défavorisées économiquement avaient moins souvent la climatisation à domicile que les plus fortunées. En 2003, 15,8 % des ménages québécois ayant rapporté un revenu inférieur à 20 000 $ disposaient d'un appareil de climatisation, alors que cette proportion était de 44,3 % chez ceux ayant déclaré des gains de 80 000 $ et plus (ISQ, 2006f). Puisque les groupes de personnes qui connaissent de grands niveaux de pauvreté semblent avoir les moins bons états de santé (Phipps, 2003), il pourrait être pertinent d'envisager, selon Bélanger et coll. (2006a), l'implantation d'un programme de subvention pour climatiser le domicile des plus défavorisés d'entre eux (incluant l'évaluation de l'espace à climatiser, l'achat, l'installation et un plan d'entretien) lorsque la santé de l'un des membres est gravement atteinte par les canicules.

Les personnes de 65 ans et plus sont l'une des clientèles les plus vulnérables lors de chaleur accablante (InVS, 2004a, 2006). Or, bien qu'elles semblent avoir accès à un climatiseur à domicile plus souvent que leurs cadets, il apparaît qu'elles l'utilisent moins fréquemment



qu'eux durant les nuits de canicules. L'identification des déterminants expliquant cet état de choses faciliterait assurément à l'élaboration et l'évaluation des messages et interventions de santé publique qui leur sont adressés.

Les répondants vivant en appartement avaient plus souvent accès à des climatiseurs amovibles qu'à des systèmes fixes, lesquels seraient associés à la diminution de la mortalité due à la chaleur (Dixsaut, 2005; Jacques et Kosatsky, 2005) en plus de procurer un plus grand niveau de confort que les premiers (Vadnais, 2005). L'estimation du nombre d'heures requis aux climatiseurs amovibles pour obtenir une zone de confort équivalente aux systèmes fixes aurait donc une portée appréciable pour la santé publique.

Il faut enfin souligner que l'utilisation de la climatisation au Québec ne produit que très peu ou pas de GES ou de pollution atmosphérique supplémentaire étant donné que la source d'énergie est l'hydro électricité. La demande d'énergie survient de plus en période de basse consommation car la pointe au Québec survient en hiver en raison du chauffage électrique des résidences (Hydro-Québec, 2006b). Cette situation ne se retrouve qu'au Manitoba au Canada, et nulle part ailleurs en Amérique du Nord; partout ailleurs, la climatisation engendre l'émission d'une plus grande quantité de GES et de polluants atmosphériques.

Relativement à l'isolation des logements

Plusieurs répondants percevant l'isolation de leur logement inadéquate contre l'humidité habitaient un logement bâti avant 1983, soit avant l'adoption de la *Loi sur l'économie de l'énergie dans le bâtiment* (loi relative à la conservation de l'énergie dans les édifices) visant à assurer une performance minimale de l'isolation thermique des murs et des plafonds (Régie du bâtiment du Québec, 2006). La mise en place d'un programme plus attrayant de financement visant l'efficacité énergétique – tel qu'il a été annoncé dans le récent plan d'action gouvernemental sur les changements climatiques (Gouvernement du Québec, 2006c) – devrait permettre de progresser dans ce sens. Une attention particulière devrait être portée aux personnes défavorisées économiquement et résidant dans un logement nécessitant déjà des réparations majeures, qu'elles soient propriétaires ou locataires selon Bélanger et coll. (2006b).

Dans un autre ordre d'idées, l'efficacité perçue de l'isolation contre l'humidité a été associée à diverses caractéristiques du logement (p. ex., non climatisé, construit avant 1983) pouvant être reliées d'une quelconque façon à la mortalité durant les canicules (Last et Chiotti, 2001; Auger et Kosatsky, 2002; InVS, 2004a). Conséquemment, cette perception pourrait possiblement être un indicateur utile dans le domaine de la santé publique et des changements climatiques.

Relativement aux autres solutions pour rafraîchir le logement que la climatisation et l'isolation

Les répondants disposant d'un climatiseur amovible ou n'en ayant aucun ouvraient plus souvent leurs fenêtres la nuit durant les vagues de chaleur que les participants ayant accès à un appareil fixe. De fait, dans certains cas, un bon usage des ouvrants peut être suffisant pour rafraîchir le logement (Dixsaut, 2005), tout comme pourraient l'être d'autres solutions non documentées dans la présente recherche, telle la végétalisation des quartiers (Giguère et Gosselin, 2006d) ou l'utilisation des sous-sols pendant les périodes de canicules. Dans une perspective de développement durable, il serait avisé d'évaluer l'efficacité et l'efficience de ce type de mesures, afin d'émettre des options d'adaptation à la chaleur plus diversifiées que la simple climatisation.

Relativement aux afflictions neurologiques

Les personnes affligées de maladies neurologiques chroniques se servaient plus souvent de ventilateurs la nuit durant les canicules que les autres répondants. Ce résultat n'est pas surprenant puisque leur état de santé peut se dégrader de façon irrémédiable lors de chaleur accablante (Semenza et coll., 1999; Green et coll., 2001; McGeehin et Mirabelli, 2001). Par contre, il est étonnant de constater le nombre de répondants de ce groupe qui n'ont pas de climatiseur à la maison. Les résultats laissent entrevoir la contribution de facteurs socio-économiques pour expliquer cet état de choses. D'un autre côté, il est aussi vraisemblable qu'on privilégie les ventilateurs aux climatiseurs pour des raisons liées à l'état de santé. L'amélioration des connaissances à ce sujet serait des plus importantes. Cela suppose l'identification des déterminants de l'utilisation des ventilateurs et des climatiseurs parmi cette clientèle, mais avant tout la compréhension de ce qui rend les individus atteints de problèmes neurologiques si vulnérables à la chaleur. De telles recherches supporteraient le développement de soins et de services de santé mieux adaptés, orienteraient les initiatives de santé publique mises en place lors d'épisodes de chaleur accablante, en plus d'inciter fort probablement à l'élargissement des critères médicaux et à l'augmentation du montant forfaitaire alloué pour l'achat et l'installation d'un climatiseur (maximum de 400 $) dans le cadre de programmes gouvernementaux sur les aides à la vie quotidienne et à la vie domestique (MSSS, 2003b).

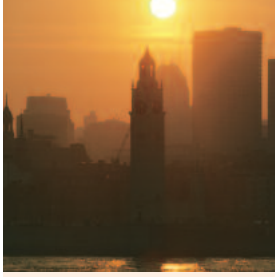
Relativement aux personnes vivant seules

Les gens vivant seuls étaient âgés de 65 ans et plus, défavorisés économiquement, atteints d'un problème de santé chronique et résidents d'un logement non climatisé plus souvent que les autres répondants. Chacune de ces caractéristiques (incluant l'absence de climatiseur) ayant été qualifiée « facteur de risque » dans la littérature portant sur les vagues de chaleur (InVS, 2003b). « Vivre seul » pourrait être un indicateur synthétique utile pour les études démographiques visant la santé et les changements climatiques, en plus d'être disponible par le biais des données de recensement (Pageau et coll., 2001).

Pour supporter les intervenants de première ligne rattachés aux mesures d'urgence, ou encore implanter et évaluer de telles mesures, il serait cependant souhaitable de mieux circonscrire que dans cette étude les sous-groupes de personnes vivant seules les plus à risque lors de chaleur accablante (Klinenberg, 2002) et d'identifier les services dont ces sous-groupes auraient besoin pour assurer leur sécurité lors d'événements climatiques extrêmes. Ce faisant, comprendre pourquoi les gens « reclus » ou se « sentant seuls » sont plus difficilement rejoints serait un atout majeur pour identifier des pistes d'action palliant cette lacune de façon appropriée, au moment opportun. Il serait toutefois judicieux de départager les contributions respectives de la dimension sociale (incluant le soutien et l'intégration dans un système de socialisation) et des caractéristiques du logement (p. ex., localisation à l'étage supérieur, immeuble comptant plusieurs étages) sur les impacts santé lors de chaleur accablante (Auger et Kosatsky, 2002; InVS, 2004b). Enfin, cette démarche serait d'autant plus enrichissante si elle s'ouvrait sur diverses communautés culturelles (Klinenberg, 2002), lesquelles se regroupent souvent dans certains quartiers (Laverdière, 2001).

Relativement aux sorties pour faire des emplettes lors de vagues de chaleur

Les participants se servant généralement d'une canne, d'un fauteuil roulant ou d'une aide technique lors des déplacements à l'extérieur de la maison sortaient rarement, voire jamais, faire des emplettes (p. ex., épicerie) durant les vagues de chaleur, spécialement les aînés. Les raisons les empêchant de quitter leur domicile n'ont pas été recueillies dans cette étude, mais il est fort probable que celles invoquées dans l'*Enquête québécoise sur les limitations d'activités* (ISQ, 2001) soient transposables ici, notamment le sentiment d'insécurité à l'extérieur de la maison, l'aggravation du problème de santé, le besoin d'aide une fois rendu à destination, l'utilisation d'aides techniques non portatives, la



non-disponibilité d'un accompagnateur et l'absence de services de transport adapté. De telles observations sont préoccupantes, selon Bélanger et coll. (2006b). Elles évoquent l'éventuelle détresse que peuvent vivre certaines de ces personnes durant les canicules, ainsi que l'étendue des services à offrir pour les aider en absence d'un soutien social adéquat. Dans une perspective d'entraide et de santé publique, il serait donc crucial de recueillir des renseignement sur leurs besoins afin de proposer un éventail de services respectant autant leurs limites physiques que leurs appréhensions (p. ex., peur d'ouvrir aux livreurs).

Relativement aux endroits publics fréquentés lors de canicules

Pour se rafraîchir durant les canicules, les gens vivant en appartement fréquentaient beaucoup plus souvent les endroits publics que les occupants d'une maison. Soutenir financièrement les municipalités et organismes du milieu pour l'aménagement et la conservation d'environnements publics frais et « gratuits » dans les milieux urbains (p. ex., parcs, jardins) et mettre en œuvre le programme d'aide aux municipalités et aux organismes du milieu (Gouvernement du Québec, 2002) pour développer le réseau d'accès publics aux plans et cours d'eau constitueraient des solutions collectives des plus intéressantes pour contrer les impacts santés de la chaleur accablante chez cette clientèle. Enfin, soulignons que la natation et les activités de plage seraient pratiquées par un million de Québécois (Gouvernement du Québec, 2002). Or, le réchauffement de la température accroîtra non seulement le nombre de plages dû à l'abaissement des niveaux d'eau, mais aussi leur achalandage (RNCan, 2002). Conséquemment, il sera éventuellement souhaitable de déployer davantage de surveillance et de vigilance pour protéger à la fois l'environnement (p. ex., érosion, pollution) et la population (p. ex., blessures et noyades[18]).

Relativement aux piscines privées

Le nombre de piscines privées à l'échelle provinciale est assez impressionnant : 31 % des participants avaient une piscine à résidence, alors que ce pourcentage était de 24 % en 1997 (RNCan, 1997). Il serait avisé d'évaluer leur usage effectif puisque leur remplissage deviendra inévitablement une source de conflits lors des restrictions de consommation de l'eau. Une réglementation de l'utilisation d'eau pour le remplissage des piscines privées et la mise en place de mécanismes visant à s'assurer de l'application de la réglementation seraient également des stratégies d'adaptations à envisager (Giguère et Gosselin, 2006d).

Relativement aux pratiques sécuritaires liées à l'exposition au soleil lors d'une canicule

Dans l'étude de Bélanger et coll. (2006b), la forte corrélation entre l'adoption d'un comportement préventif qu'il fasse soleil ou pas et l'étroite interrelation entre l'utilisation d'un écran solaire, de lunettes fumées et d'un couvre-tête témoignent de l'importance de la formation de l'habitude pour maintenir un comportement (Triandis, 1979; Van der Pols et coll., 2005) et suggèrent que certains facteurs communs comme l'habitude faciliteraient la conceptualisation, l'adoption à court terme et l'intégration à long terme d'un comportement (Ory et coll., 2002; Solomon et Kington, 2002; Strecher et coll., 2002). Actuellement, très peu de choses sont connues dans le domaine des interactions complexes entre certaines conduites préventives, ou encore dans la façon dont elles interviennent les unes par rapport aux autres (p. ex., de façon séquentielle, concomitante). La mise en lumière de divers types de facteurs concourant à l'observance et au renforcement mutuel des pratiques sécuritaires liées à l'exposition au soleil ne pourrait qu'enrichir les interventions de santé publique. L'amélioration des connaissances dans ce domaine peu exploré de la recherche pourrait aussi avoir un effet significatif pour la compréhension d'autres comportements liés à l'environnement (p. ex., recyclage, compostage et récupération).

18 Les noyades ont constitué la principale cause de décès lors d'activités récréatives et sportives au Canada entre 1991 et 2000 (Croix-Rouge canadienne, 2003).

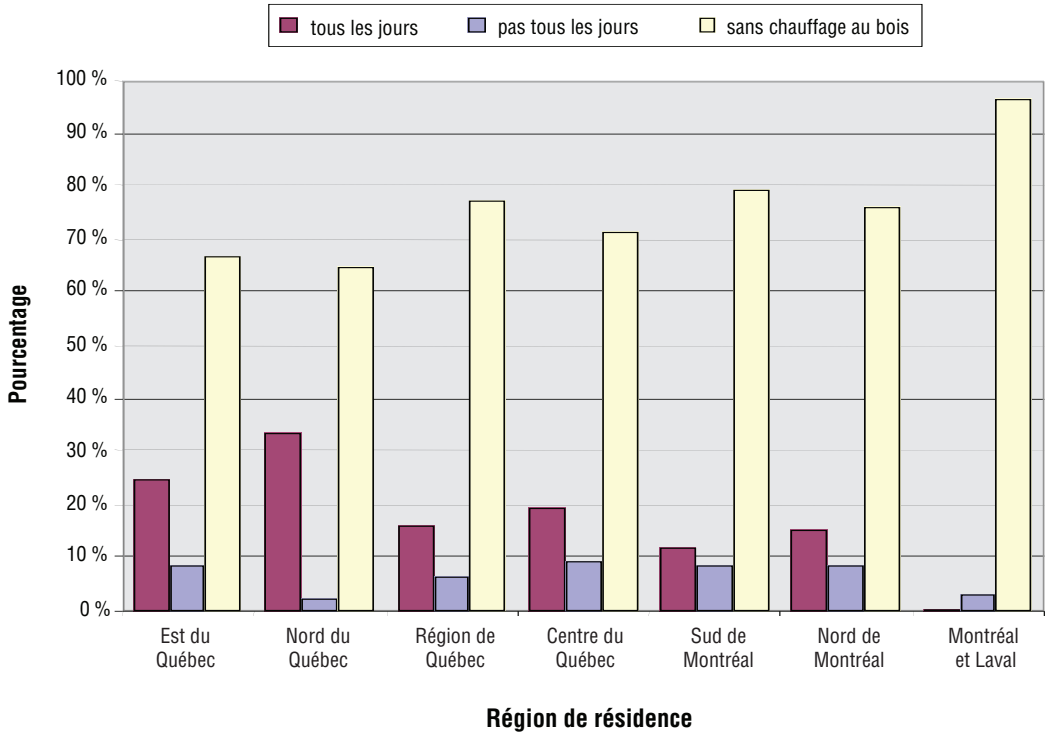
6.5.4 Vagues de froid

6.5.4.1 Adaptations actuelles

Type de chauffage utilisé l'hiver

Plus des trois quarts des répondants avaient accès à une seule source d'énergie à domicile pour réchauffer leur logement l'hiver, principalement l'électricité (60,8 %); 22,2 % combinaient plus d'une source, tout spécialement l'électricité et le bois. La prévalence du chauffage au bois (18,5 %) était plus élevée chez les résidents d'une maison (28,1 %) que d'un appartement (3 %), et chez les plus fortunés (≥ 45 000 $: 23,6 %) que chez les moins bien nantis (< 45 000 $: 16,8 %). Concluons en soulignant que l'usage du chauffage au bois, plus fréquent à mesure qu'on s'éloigne de Montréal et de Laval (figure 6.18), n'a été influencé ni par la perception de vivre dans une région propice au smog hivernal, ni par l'avertissement de smog transmis par les médias.

Figure 6.18 Fréquence du chauffage résidentiel au bois, selon la région de résidence



Calfeutrage préventif des ouvrants

L'hiver, 12,4 % des participants calfeutraient toutes les fenêtres et portes de leur logement et 19,3 %, certaines d'entre elles. Cette stratégie d'adaptation était davantage prisée par les résidents d'une construction bâtie avant 1983 (35,9 %) qu'en 1983 ou après (21,8 %) (figure 6.19) et par les répondants percevant l'isolation de leur logement inefficace pour contrer le froid (55,9 %) (en comparaison de 24,1 % qui la considère très efficace) et inefficace pour lutter contre l'humidité (49,6 % en comparaison de 27,1 % qui la considère très efficace).

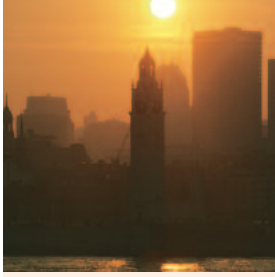
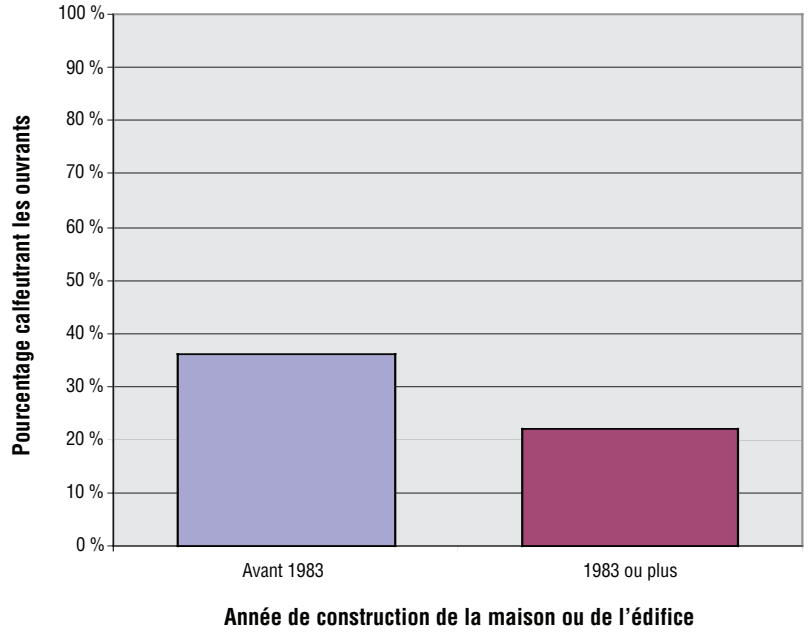


Figure 6.19 Prévalence du calfeutrage des ouvrants selon l'année de construction

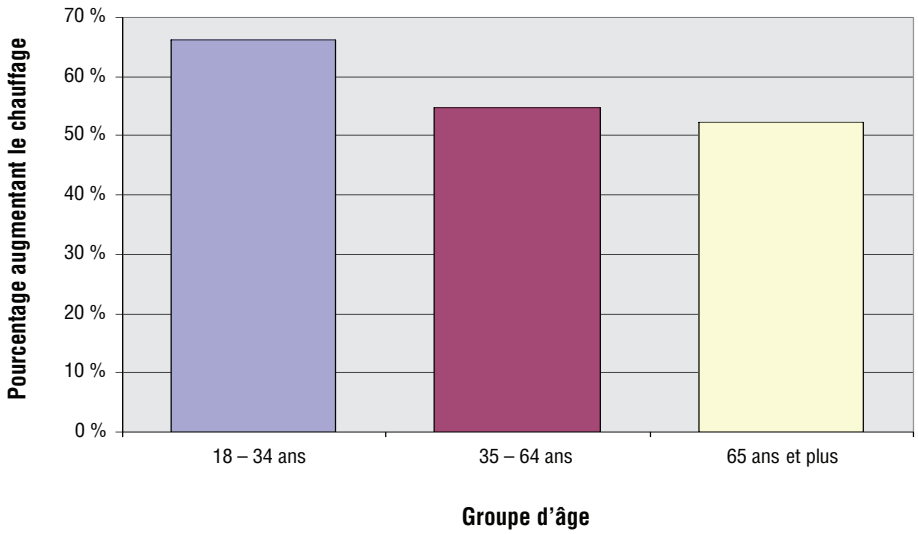


Stratégies d'adaptation pour se réchauffer à domicile lors d'une vague de froid

Lors d'une vague de froid, 27,7 % des répondants ajoutaient au moins occasionnellement des coupe-froid aux fenêtres (p. ex., guenilles) et portes (p. ex., tapis) de leur logement. L'inefficacité de l'isolation du logement contre le froid ou l'humidité semblaient les inciter à adopter cette solution, particulièrement chez les répondants n'ayant pas préalablement calfeutré leurs ouvrants.

Lors d'une période de froid intense, 23,3 % des participants augmentaient le chauffage le jour, s'ils étaient présents à la maison, et 34,2 % le haussaient parfois (jamais : 42,5 %). De même, 33,8 % des répondants l'augmentaient au moins occasionnellement la nuit (jamais : 67,1 %). La propension à hausser le chauffage, le jour, était plus marquée chez les hommes de 18 à 34 ans et les femmes de tout âge mais surtout les plus jeunes (figure 6.20); la nuit, plus notable chez les 18-34 ans, les allophones et les personnes ayant augmenté le chauffage durant la journée.

Figure 6.20 Prévalence de l'augmentation du chauffage, le jour, lors d'une vague de froid selon l'âge des répondants



Plus de 10 % des répondants utilisaient une chaufferette portative lors d'une vague de froid (souvent ou toujours : 3 %, à l'occasion : 8,7 %; jamais : 88,6 %). Ces participants considéraient plus fréquemment l'isolation de leur logement plus ou moins efficace, voire inefficace, pour contrer le froid. Ils résidaient également plus souvent dans un logement construit avant 1983.

Douze pour cent des répondants se servaient du four de la cuisinière pour réchauffer le logement lors d'une vague de froid (souvent ou toujours : 3,7 %, à l'occasion : 8,2 %; jamais : 88,0 %). Ces participants avaient également recours à diverses autres stratégies pour s'y adapter, tout spécialement à une chaufferette portative.

La majorité (85,9 %) des participants ouvraient les tentures et stores, les jours ensoleillés lors d'une période de froid intense (parfois : 6,5 %; jamais : 7,6 %); le tiers les fermaient au moins occasionnellement, si le temps était venteux (souvent ou toujours : 17,8 %; parfois : 17,1 %; jamais : 65,1%). La fermeture des rideaux était une solution surtout utilisée par les allophones.

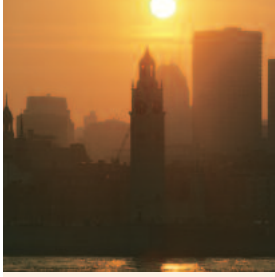
Lors de températures anormalement basses, les participants – particulièrement les hommes de 18 à 34 ans et les femmes de tous âges mais surtout les plus jeunes – avaient recours à divers autres moyens pour se réchauffer à la maison, tout spécialement : au port de vêtements plus chauds que d'habitude (souvent ou toujours : 47,7 %; parfois : 29,2%; jamais : 20,3 %); à l'usage d'une couverture, par exemple pour lire ou écouter la télévision (souvent ou toujours : 39,4 %; parfois : 30,5 %; jamais : 30,0 %); à la prise de douches ou de bains (souvent ou toujours : 10,9 %; parfois : 28,3 %; jamais : 60,7 %).

Enfin, 52,7% des répondants ont rapporté adopter au moins six stratégies d'adaptation pour se réchauffer à la maison (p. ex., usage d'une couverture) ou pour chauffer le logement (p. ex., utilisation du four de la cuisinière) lors d'une vague de froid; 37,8% en ont mentionnées de trois à cinq; et 8,7%, une ou deux d'entre elles (aucune : 0,8%). Cinq groupes de participants avaient recours à un nombre plus élevé de solutions, soit : les femmes; les 18-34 ans; les répondants qualifiant d'inadéquate l'isolation de leur logement contre l'humidité; les participants ne calfeutrant pas les fenêtres et portes de leur domicile l'hiver; et les résidents des régions sociosanitaires couvrant Montréal, Laval, la Montérégie et l'Outaouais.

Sorties pour faire des emplettes ou des activités physiques intenses durant les vagues de froid

Environ 50 % des répondants sortaient souvent ou toujours faire des emplettes (p. ex., épicerie) malgré les températures anormalement froides; 28,6 %, en faisaient occasionnellement; 19,9 %, rarement ou jamais. De même, le tiers des répondants faisaient souvent ou toujours des activités physiques extérieures intenses (p. ex., pelletage, sport); 26,1 % s'y adonnaient parfois; 18,1 %, rarement; et 21,8 %, jamais. Les participants sortant faire des courses ou des activités physiques extérieures intenses, étaient plus souvent des hommes que des femmes ainsi que des personnes percevant leur état de santé bon, voire très bon. Par ailleurs, les travailleurs et étudiants allaient faire des emplettes plus souvent que les personnes sans emploi ou retraitées; alors que les résidents d'une maison faisaient des activités physiques extérieures intenses plus fréquemment que les participants vivant en appartement.

Lors de ces sorties, environ 75 % des participants portaient toujours des vêtements plus chauds que d'habitude. Seulement 44,4 % des répondants se chaussaient toujours plus chaudement que d'habitude. L'accessoire le plus populaire était les



gants (toujours : 74,3 %); ensuite, le cache-cou et le couvre-tête (toujours : 63,5 %); et le moins prisé, le couvre-visage (toujours : 25,2 %). De façon générale, les 18-34 ans et les 35-64 ans (mais dans une moindre mesure) adoptaient ces stratégies d'adaptation plus fréquemment que leurs aînés. Les auteurs signalent que l'usage d'une automobile semble inciter à se ganter et à porter des vêtements plus chauds que de coutume. Aucune différence de comportement n'a été relevée en fonction de la connaissance du facteur de refroidissement éolien pour tous les types de sorties durant une vague de froid.

Utilisation d'un démarreur automobile à distance l'hiver

Plus de la moitié des répondants (56,8 %) utilisaient une voiture tous les jours tandis que 27,0 % en utilisaient une moins d'une fois par jour (jamais : 16,2 %). L'utilisation d'un démarreur à distance l'hiver était de l'ordre de 32,9 % chez les répondants faisant un usage quotidien de leur véhicule moteur, et de 27,4 % chez ceux qui s'en servaient moins fréquemment. Davantage de femmes (35,3 %) que d'hommes (27,1 %) se servaient d'un démarreur. Son utilisation était également plus prépondérante dans les régions plus froides du Québec méridional. Ni l'avertissement de smog transmis dans les média, ni la perception de vivre dans une région propice au smog hivernal, n'a influencé l'utilisation d'un démarreur à distance l'hiver, rapportent Bélanger et coll. (2006c).

6.5.4.2 Suggestions d'adaptations futures

Relativement au chauffage au bois

Au Québec, le chauffage au bois résidentiel a augmenté d'environ 60 % au cours de la période de 1987 à 2000 (MDDEP, 2006a), notamment suite à la tempête de verglas de 1998 (Télasco, 2004). Cet engouement est préoccupant : ce type de chauffage est actuellement responsable de la moitié des particules fines de sources anthropiques émises au Québec, lesquelles, tout comme certains gaz générés par la combustion du bois, peuvent avoir des effets sur la santé humaine. L'augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes (RNCan, 2002), lesquelles pourraient inciter davantage de Québécois à chauffer au bois, et l'accroissement récent et futur de la population québécoise dans les régions périphériques de Montréal (ISQ, 2006c), où la prévalence du chauffage au bois est déjà relativement élevée, ne sont également pas à sous-estimer.

Dans une perspective de protection de la santé publique, la surveillance de la propension à chauffer au bois semble donc des plus souhaitables (Bélanger et coll., 2006c). Davantage de renseignements pour caractériser l'exposition et le risque potentiel (p. ex., type d'appareil, année d'acquisition) seraient cependant un atout. Parallèlement, tel qu'il a été suggéré par les auteurs d'une étude de faisabilité d'un programme de sensibilisation et de remplacement des appareils conventionnels de chauffage résidentiel au bois réalisée pour le Conseil canadien des ministres de l'environnement (Del Matto et coll., 2004), il semble important de mettre en place une stratégie par étapes regroupant diverses actions à entreprendre conjointement, dont : 1) la promulgation d'une loi nationale interdisant la vente d'appareils de chauffage au bois non certifiés par l'Agence de protection de l'environnement américaine (U.S. EPA, 1988), et l'élaboration de mécanismes assurant son application; 2) la mise en œuvre d'une campagne de sensibilisation sur les appareils certifiés; 3) l'implantation d'un programme national, à long terme, de remplacement des appareils conventionnels incluant leur recyclage et intégrant diverses solutions pour contrer les obstacles à l'adoption de nouvelles technologies, comme le coût lié à leur achat et leur installation. Sur ce dernier point, il apparaît déjà que les incitatifs au remplacement de poêles à bois (établis à 320 $ par poêle) seront insuffisants dans certains cas (Del Matto et coll., 2004). Il serait donc important de supporter plus généreusement les ménages les moins bien nantis afin qu'ils puissent accéder, eux aussi, aux nouvelles technologies peu polluantes, suggèrent Bélanger et coll. (2006c).

Relativement aux stratégies d'adaptation hivernales déployées à la maison lors de vagues de froid

La combinaison de certaines caractéristiques du logement et le revenu des occupants fournit une base raisonnable pour identifier certains sous-groupes de personnes à haut risque lors de froid intense (Wilkinson et coll., 2001). Dans une perspective de santé publique et d'économie d'énergie, il serait toutefois judicieux de développer des programmes d'aide visant l'amélioration de l'isolation du logement plus adaptés à la réalité économique des personnes défavorisées économiquement (Hydro-Québec, 2006a), qu'elles soient propriétaires ou locataires (Bélanger et coll., 2006c), et de mettre en œuvre des programme d'incitatifs plus attrayants en matière d'efficacité énergétique.

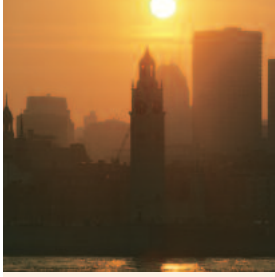
Le calfeutrage préventif des fenêtres et portes l'hiver – une mesure concrète et rentable pour économiser de l'énergie à la maison (RNCan, 2006b) – pourrait être davantage utilisé. Une étude identifiant les raisons de l'observance de cette pratique contribuerait à étoffer les messages écono-énergétiques diffusés à cette fin, suggèrent Bélanger et coll. (2006c).

Le devis de cette étude ne permettait pas d'identifier les déterminants physiologiques et psychosociaux de l'adoption des stratégies d'adaptation pour se réchauffer à la maison lors d'une période de froid intense, comme le port de vêtements plus chauds que d'habitude. Dans une optique de développement durable, il serait toutefois pertinent de pousser plus loin cette réflexion car même si une importante baisse du cumul de degrés-jours de chauffage (par rapport à la période allant de 1961 à 1990) est vraisemblable pour le futur (Chaumont, 2005), il est aussi probable que la capacité physiologique d'adaptation au froid des jeunes gens diminuera, ce qui pourrait réduire nettement l'éventuelle économie d'énergie.

Les immigrants, surtout ceux provenant de régions tropicales, doivent grandement s'acclimater aux températures extrêmement basses, contrairement aux habitants des régions plus froides qui leur sont mieux adaptés sous les volets physiologique, social et culturel (Beaudreau et coll., 2004). Certains d'entre eux sont donc des plus vulnérables l'hiver, tout spécialement ceux de première génération éprouvant de la difficulté à communiquer (p. ex., langue) et n'ayant aucune ressource pour les soutenir (p. ex., famille), notamment lors d'une panne d'électricité massive (Bélanger et coll., 2006a). Si ce n'est déjà fait, il serait appréciable que les responsables de mesures d'urgence puissent travailler de concert avec Hydro-Québec laquelle a instauré, en partenariat avec des organismes d'accueil et d'intégration, des programmes de sensibilisation en plusieurs langues ciblant les communautés culturelles et ainsi élaborer des moyens de communication adaptés pour la clientèle allophone unilingue (Hydro-Québec, 2006a). Cet aspect est d'autant plus important dans un contexte où certains événements climatiques extrêmes augmenteront en fréquence et en intensité.

Relativement à l'indice de refroidissement éolien et aux recommandations vestimentaires transmises simultanément

L'étude menée par Bélanger et coll., (2006c) n'a pas évalué la compréhension de l'indice de refroidissement éolien mais a documenté l'absence de réaction comportementale à celui-ci. Il semble que la consultation de l'indice de refroidissement éolien, de même que les recommandations d'Environnement Canada émises simultanément lors d'un avertissement de froid intense, agissent peu ou pas sur le choix des vêtements portés lors des sorties extérieures l'hiver. De fait, l'adoption de comportements préventifs dépend de maints facteurs (p. ex., attitudes, habitude, influences sociales et culturelles), outre la connaissance (Fishbein et coll., 2001; Core Group, 2003). Par ailleurs, il est possible que l'indice de refroidissement éolien ne soit pas aussi bien compris qu'on le souhaiterait. Cet indice fusionne deux mesures – la température et la vitesse du vent – dans une



formule qui vise à quantifier une sensation (Tremblay, 2003) et qui peut varier selon le sexe, l'âge et la partie du corps exposée (Harju, 2003), sans compter d'autres facteurs tels l'état de santé (Beaudreau et coll., 2004) et le lieu de résidence (Mäkinene et coll., 2004). Enfin, il apparaît aussi légitime pour Bélanger et coll. (2006c) de questionner la validité de l'indice de refroidissement éolien parmi la population générale, notamment parce que les expériences humaines sur la sensation de froid utilisées pour son développement ont été effectuées strictement sur le visage et seulement chez six hommes et six femmes, âgés de 22 à 42 ans, portant des vêtements appropriés au froid (Environnement Canada, 2001). En clair, il serait important d'évaluer la compréhension de l'indice de refroidissement éolien et son impact sur un habillement approprié porté à l'extérieur l'hiver; de vérifier l'influence et la validité de cet indice parmi la population générale, incluant plusieurs groupes d'âge, conditions socio-économiques (p. ex., tous n'ont pas les moyens de se payer des vêtements isothermiques) et de santé (p. ex., maladies cardiovasculaires et respiratoires); et d'identifier les indicateurs de l'observance des recommandations vestimentaires émises par Environnement Canada lors d'un avertissement de froid intense.

Relativement à l'utilisation d'un démarreur automobile à distance

Dans l'étude de Bélanger et coll. (2006c), quatre répondants sur cinq avaient une automobile, et environ le tiers d'entre eux utilisaient un démarreur à distance l'hiver, tout particulièrement les femmes. Aucun renseignement ne permet d'identifier la raison de cette variation selon le sexe, comme une perception plus élevée de l'intensité du froid chez ces dernières (Harju, 2002) ou des habitudes vestimentaires distinctes (p. ex., chez les hommes : port d'un couvre-tête). Une recherche portant spécifiquement sur les déterminants de l'utilisation d'un démarreur à distance pourrait être éclairante à ce sujet. La contribution éventuelle d'autres types de facteurs et à ce propos, par exemple l'habitude de la marche au ralenti et la croyance populaire avançant que « c'est bon pour le moteur » (RNCan, 2006a). L'identification des déterminants de l'usage d'un démarreur automobile à distance pourrait être également utile pour le développement d'initiatives contre la marche au ralenti, signalent Bélanger et coll. (2006c). En termes de santé publique et de protection de l'environnement, la réalisation d'une telle recherche semble des plus indiquées. De fait, la marche au ralenti est une source de la pollution atmosphérique et une cause de préoccupation sanitaire importante, vu ses effets sur la mortalité et la morbidité, tout spécialement chez les enfants, les individus atteints de problèmes respiratoires ou cardio-vasculaires chroniques, et les gens âgés (Quénel et coll., 2003), qui sont des groupes de personnes considérées très vulnérables lors d'événements climatiques extrêmes (MacCracken et coll., 2001).

Relativement à l'avertissement de smog

Info-Smog informe la population de la présence de conditions météorologiques propices à une pollution atmosphérique accrue et transmet, simultanément, des conseils préventifs pour diminuer les effets du smog sur la santé et les sources de pollution, comme la combustion liée à l'usage d'une automobile et du chauffage au bois (Environnement Canada, 2006a, 2006b; Santé Canada, 2006). La couverture géographique de ce programme, créé en 1994 et incluant un volet hivernal depuis 2001, a pris de l'ampleur au fil des ans, si bien qu'actuellement Info-Smog couvre presque l'entièreté du Québec méridional.

Il est aussi prévu d'implanter en 2007 – 2008, aux fins de démonstration, le nouvel indice de la qualité de l'air et de la santé (IQAS) national que Santé Canada développe depuis plusieurs années (Santé Canada, 2006).

Selon les résultats de l'étude de Bélanger et coll. (2006c) et de Tardif et coll. (2006), il semblerait toutefois que la transmission de cette information météorologique n'ait pas encore l'effet escompté sur l'application des consignes émises par les médias, puisque l'avertissement de smog n'a influencé ni l'utilisation d'une automobile, ni l'usage d'un démarreur à distance ni le chauffage au bois l'hiver. Peut-être est-ce dû au fait que les participants utilisant plus fréquemment une automobile ou ce type de chauffage résidaient dans des régions plus récemment couvertes par Info-Smog. Ce qui est possible, mais réfutable puisque les répondants vivant dans la grande région de Montréal ne se comportaient pas différemment des autres répondants, même s'ils avaient accès au programme depuis sa création ou presque (en 1994 pour le smog estival et en 2001 pour le smog hivernal). L'identification des déterminants concourant à l'observance des consignes transmises lors d'un avertissement de smog hivernal pourrait bonifier le programme Info-Smog. Ceci étant dit, il serait toutefois des plus nécessaires, pour les auteurs, d'aller au-delà des avis publics, en investissant dans des mesures concrètes de réduction des polluants atmosphériques, comme les infrastructures de transport en commun et l'aménagement de pistes cyclables (Gouvernement du Québec, 2006d). À ce sujet, l'annonce récente du Plan d'action 2006 – 2012 du gouvernement du Québec *Le Québec et les changements climatiques : un défi pour l'avenir* constitue un signal important dans cette direction (Gouvernement du Québec, 2006c).

6.5.5 Perceptions actuelles des changements climatiques et adaptations futures

6.5.5.1 Perceptions actuelles

Survenue d'événements climatiques extrêmes et présence de smog

Les événements climatiques extrêmes perçus comme les plus probables dans chacune des régions étudiées (Bélanger et Gosselin, 2007) étaient les vagues de froid (très probable : 35,1 % moyennement : 45,1 %; peu : 15,3 %; non : 3,9 %) et les canicules (très: 27,4 %; moyennement : 47,9 %; peu : 18,5 %; non : 6,1 %), sauf pour les participants vivant au Nord du Québec méridional, lesquels considéraient leur région davantage sujette aux feux de forêts qu'aux vagues de chaleur. Quant aux autres événements climatiques extrêmes, relevons qu'environ 60 % des répondants percevaient leur région très ou moyennement sujette aux orages; 50 % au verglas; 40 % à la sécheresse; 20 % aux inondations ou aux feux de forêts; et moins de 10 % aux tornades ou aux éboulements, glissements de terrain et avalanches. Enfin, 20 % des répondants jugeaient leur région de résidence très sujette au smog l'été (modéré : 27,5 %; peu : 27,4 %; non : 25,3 %) et 7,6 % au smog l'hiver (modéré : 20,8 %, peu : 28,1 %; non : 40,0 %), notamment les habitants de Montréal et de Laval.

Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre ou d'adaptation aux changements climatiques

La majorité des répondants étaient « tout à fait d'accord » avec plusieurs des 32 stratégies (tableau 6.5) d'atténuation des GES ou d'adaptation aux changements climatiques examinées dans l'étude de Bélanger et Gosselin (2007), dans le but de réduire les effets nuisibles de ces changements sur la santé et le bien-être de la population.

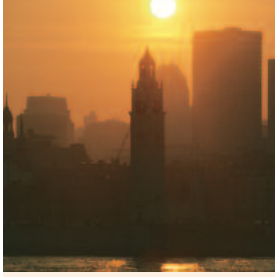


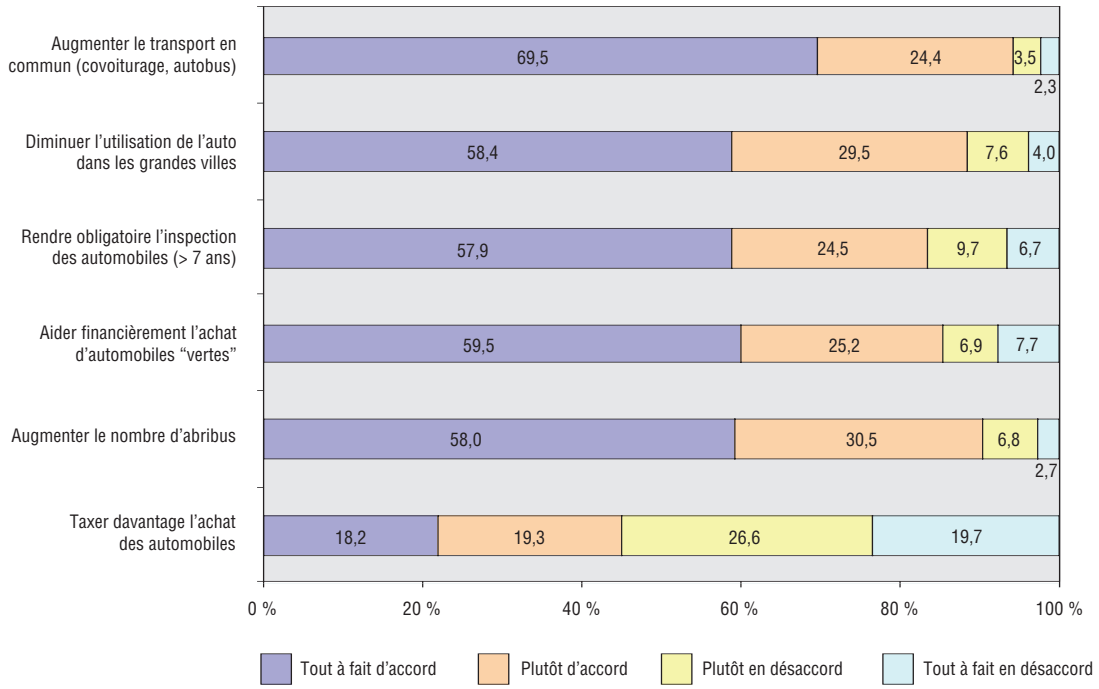
Tableau 6.5 Stratégies d'adaptation aux gaz à effet de serre et aux changements climatiques

Commerce et industrie
• surveiller davantage la pollution liée aux commerces et à l'industrie • surveiller davantage la coupe des arbres en forêt • surveiller davantage la pollution agricole • empêcher la construction de centrales thermiques au gaz ou au mazout
Aménagement du territoire
• planter des arbres dans les terrains de jeux, les cours d'écoles • planter des arbres dans les centres-villes • transformer les terrains vides et publics en parcs ou jardins • restaurer les plages et les rives des cours d'eau • empêcher la construction de maisons, chalets ou logements dans les zones à risque (p. ex., zone inondable) • planter des arbres sur les grands stationnements extérieurs
Infrastructures
• recycler davantage et dans toutes les municipalités • réparer et améliorer les systèmes d'approvisionnement en eau potable ou aqueducs • reconstruire les routes pour qu'elles soient plus résistantes au dégel et à l'érosion • augmenter le nombre de piscines municipales et de parcs avec fontaine • tarifier l'eau potable selon la quantité d'eau utilisée
Bâtiments
• climatiser les centres d'accueil pour personnes âgées ou malades • climatiser les hôpitaux • améliorer les exigences sur l'isolation des maisons et des logements • subventionner la climatisation des logements de personnes âgées ou malades à faible revenu • subventionner la climatisation des garderies d'enfants • empêcher le chauffage au bois lorsqu'il y a du smog l'hiver
Transport
• augmenter le transport en commun (covoiturage, autobus) • aider financièrement l'achat d'automobiles « vertes » • diminuer l'utilisation de l'automobile dans les grandes villes • augmenter le nombre d'abribus • rendre obligatoire l'inspection des automobiles (≥ 7ans) • climatiser les autobus • climatiser les automobiles neuves de façon standard • taxer davantage l'achat des automobiles
Mesures sociales et recherche
• offrir plus de services à domicile pour les personnes âgées ou malades à faible revenu • augmenter le nombre de refuges pour les sans-abri • augmenter les budgets de recherche sur la santé et les événements climatiques

Source : Bélanger et Gosselin, 2007.

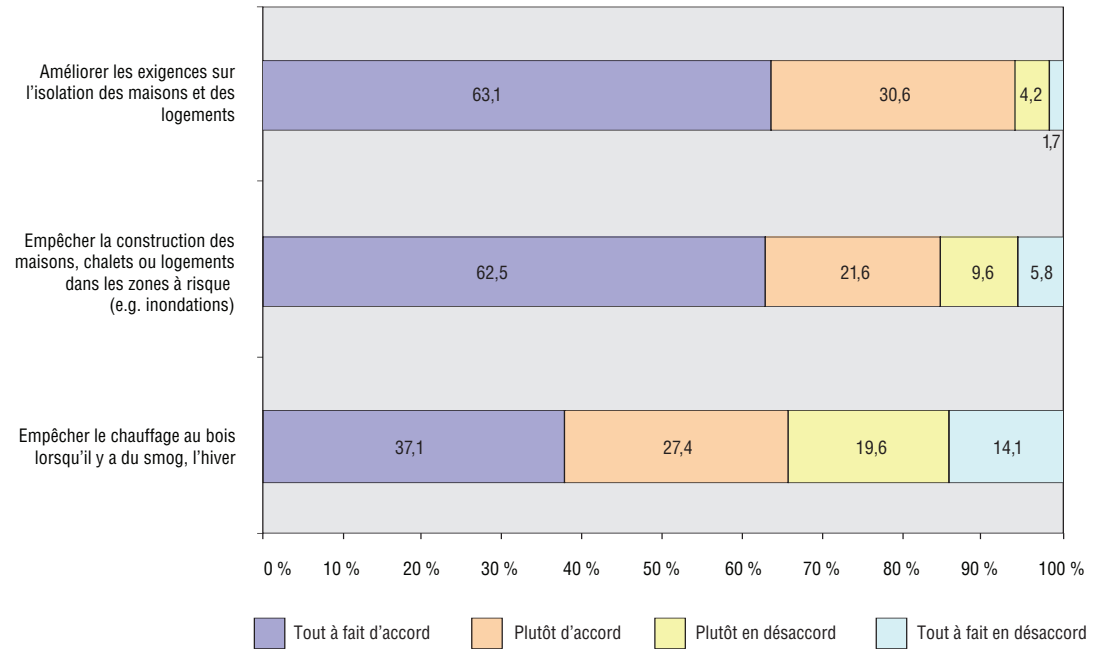
En moyenne, les répondants tranchaient franchement en faveur de 19 stratégies. De l'ordre de 4,2 % adhéraient tout à fait à moins de 5 stratégies; 7,6 %, de 5 à 9 stratégies; 13,0 %, de 10 à 14 stratégies; 21,4 %, de 15 à 19 stratégies; 29,1 %, de 20 à 24 stratégies; et 24,6 %, de 25 à 32 stratégies. Certains résultats sont présentés pour le transport (figure 6.21), et le logement (figure 6.22).

Figure 6.21 Transport : Solutions pour réduire les effets nuisibles des changements climatiques

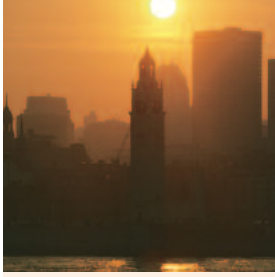


Source : Bélanger et Gosselin, 2007.

Figure 6.22 Logement : Solutions pour réduire les effets nuisibles des changements climatiques



Source : Bélanger et Gosselin, 2007.



Près de 67 % des répondants adhéraient fortement à au moins trois des quatre stratégies liées aux commerces et à l'industrie. Quelque 82 % des répondants abondaient « tout à fait » dans le sens d'une augmentation de la surveillance de la pollution engendrée par les activités commerciales ou industrielles; 78 % souhaitaient fortement que la coupe des arbres en forêt fasse l'objet d'une plus grande vigilance; 67 % adhéraient complètement à une surveillance accrue de la pollution agricole; et 53 %, à l'empêchement de la construction de centrales thermiques au gaz ou au mazout.

Près de 66,9 % des répondants avalisaient au moins quatre des six stratégies liées à l'aménagement du territoire. Environ 75 % des répondants désiraient fortement qu'on plante des arbres dans les terrains de jeux, les cours d'écoles et les centres-villes. De l'ordre de 66 % souhaitaient ardemment qu'on restaure les plages (incluant les rives des cours d'eau) et qu'on transforme les terrains vagues et publics en parcs ou jardins. Un peu plus de 60 % tranchaient nettement en faveur de la plantation d'arbres sur les grands stationnements extérieurs en milieu urbain et un pourcentage équivalent, pour l'empêchement de constructions résidentielles dans les zones à risque.

Un peu plus de 70 % des répondants cautionnaient totalement au moins trois des cinq stratégies liées aux infrastructures. Plus précisément, 83 % des participants désiraient davantage de recyclage; 76 %, la réfection des routes pour qu'elles soient plus résistantes au dégel et à l'érosion, ou encore la réparation et l'amélioration des systèmes d'approvisionnement en eau potable; 43 %, l'augmentation du nombre de piscines municipales et de parcs avec fontaine; et 32 %, la tarification de l'eau potable selon la quantité utilisée.

La moitié des répondants abondait tout à fait dans le sens d'au moins quatre des six stratégies liées aux bâtiments. Environ 66 % adhéraient fermement à la climatisation des hôpitaux et des centres d'accueil pour personnes âgées ou malades; 63 %, à l'amélioration des exigences sur l'isolation résidentielle; respectivement 52 et 45 %, à l'idée de subventionner la climatisation des logements pour gens âgés ou malades à faible revenu ou celle des garderies pour enfants; et 37 %, à l'empêchement du chauffage au bois lorsqu'il y a du smog.

Près de 60 % des répondants adhéraient « tout à fait » à au moins quatre des huit stratégies liées au transport. De l'ordre de 70 % désiraient fortement qu'on augmente le transport en commun; 60 %, qu'on aide financièrement l'achat d'automobiles « vertes »; 58 %, qu'on diminue l'utilisation de l'automobile dans les grands centres urbains, qu'on augmente le nombre d'abribus, ou qu'on oblige l'inspection d'automobiles datant de sept ans ou plus. Enfin, 36 %, voulaient qu'on climatise les autobus; 29 %, qu'on standardise la climatisation des automobiles neuves; et 18 %, qu'on taxe davantage l'achat des véhicules.

6.5.5.2 Suggestions d'adaptations futures

Survenue d'événements climatiques extrêmes et présence de smog

Les perceptions relatives à la survenue d'événements climatiques extrêmes illustrent bien que certains d'entre eux, telles les périodes de froid intense, concernent tout le monde d'une quelconque façon alors que d'autres, comme les feux de forêts et de friches, dépendent davantage des caractéristiques géophysiques et géomorphologiques régionales. Globalement, ces perceptions semblent aussi correspondre à la réalité (Klaassen et coll., 2003; Warren et coll., 2004; Yagouti et coll., 2006). Il est par contre curieux que les inondations – concernant plus de 80 % des municipalités riveraines l'été (RNCan, 2006c) et considérées par des gestionnaires municipaux et de la santé publique comme l'une des trois principales vulnérabilités environnementales déjà existantes au Québec méridional (Bélanger et coll., 2006a) – n'aient pas été mentionnées plus souvent par les

répondants. De même, il est étonnant de constater que si peu de participants vivant au sud de Montréal et tout spécialement en Montérégie n'aient pas perçu leur région très propice au smog alors que les émissions atmosphériques générées par les deux principales sources de polluants, le transport et l'industrie, y sont plus élevées qu'à Montréal (INSPQ, 2006a, 2006c). Une meilleure compréhension des processus influençant la perception de la survenue des événements climatiques extrêmes et de la présence de smog serait donc souhaitable pour supporter les gestionnaires au moment opportun.

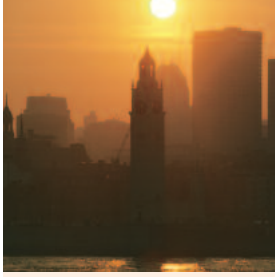
Stratégies d'atténuation des gaz à effet de serre ou d'adaptation aux changements climatiques

Stratégies liées aux commerces et à l'industrie

La mise en œuvre du Plan d'action 2006 – 2012 du gouvernement provincial devrait permettre de répondre positivement aux attentes de la population québécoise, notamment en consolidant les réseaux de surveillance du climat (Gouvernement du Québec, 2006c). En santé publique, le suivi systématique d'indicateurs environnementaux (comme les émissions atmosphériques des principaux polluants) et de leurs effets sur la santé des Québécois (p. ex., INSPQ, 2006c, 2006d) est également un pas dans la bonne direction. À l'instar de ces mesures de surveillance sanitaire et des obligations d'en faire rapport édictées par la *Loi sur la santé publique* (Éditeur officiel du Québec, 2006c), il pourrait être utile, selon Bélanger et Gosselin (2007) que le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) améliore sensiblement le monitorage actuel de l'état de l'environnement et de ses facteurs déterminants, afin d'en mieux connaître l'évolution des tendances de plus en plus évidentes, et de supporter une prise de décision éclairée tant sur le plan local et régional que sur le plan provincial. Les produits de monitorage du MDDEP pourraient prendre diverses formes, comme un portrait de l'évolution de l'état de l'environnement au Québec sur une base quinquennale et des bilans de situation thématiques (p. ex., eau, air, sol) mis à jour annuellement. Enfin, puisqu'une image vaut mille mots, il serait avantageux, suggèrent les auteurs, de cartographier les données de surveillance (p. ex., sanitaires, environnementales) et de rendre ces cartes accessibles et diffusées sur Internet.

Stratégies liées à l'aménagement du territoire

La gestion de l'aménagement en plaine inondable a été resserrée en 2005 par des modifications à la *Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables* (Éditeur officiel du Québec, 2005b) et par l'obligation d'intégrer les cartes de risque dans les schémas d'aménagement des Municipalités régionales de comté (MRC), en vertu des dispositions de la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (MAMR, 2006b). La mise en œuvre de ces mesures, tout comme le développement de la géomatique à l'échelle municipale et l'application de certains résultats de recherche sur les impacts et adaptations liés aux changements climatiques notamment en matière de drainage urbain au Québec (Mailhot et coll., 2007), contribueront possiblement à mieux délimiter les vulnérabilités régionales et à les réduire. Par ailleurs, la plus grande attention portée à la végétalisation en milieu urbain et les diverses mesures entreprises en ce sens au cours des dernières années, comme les inventaires de peuplements d'arbres municipaux et certaines réglementations, aideront vraisemblablement à assurer une meilleure gestion des ressources forestières urbaines (Giguère et Gosselin, 2006d), ce qui constitue une adaptation en vue de réduire les effets des îlots thermiques urbains. Enfin, la préservation, la restauration ou la transformation des sites naturels (p. ex., plages) ou aménagés (p. ex., parcs) apparaissent cruciales pour la qualité de vie des citoyens et tout spécialement pour les résidents en appartement lesquels, selon Bélanger et coll. (2006b), se rafraîchiraient dans des endroits publics lors de chaleur accablante beaucoup plus souvent que les occupants d'une maison.



Stratégies liées aux infrastructures

La politique québécoise de gestion des déchets 1998 – 2008 vise un taux de récupération et de valorisation de 65 % (MDDEP, 1998), et le bilan 2004 montrait déjà un taux à 49 % (Recyc-Québec, 2004). Cette gestion plus respectueuse de l'environnement devrait satisfaire les attentes en matière de recyclage, ce qui contribue à la diminution des GES. D'autre part, l'amorce d'un cycle d'investissements majeurs en raison de l'âge avancé de plusieurs infrastructures publiques (p. ex., viaducs, routes, systèmes d'approvisionnement en eau potable) est une belle opportunité pour promulguer des normes et pratiques prenant en compte les impacts potentiels des changements climatiques (Bélanger et coll., 2006a). S'engager dans cette direction n'aurait que des effets bénéfiques pour les 50 prochaines années, notamment dans le domaine de la santé et de la sécurité routière (p. ex., Association canadienne des automobilistes, 2006). En revanche, l'augmentation du nombre de piscines municipales et de parcs avec fontaine et la tarification de l'eau potable selon la quantité utilisée sont loin de faire consensus. De fait, la première solution semble davantage interpeller les répondants vivant en appartement, les moins fortunés, les non-motorisés, bref les personnes les moins susceptibles d'avoir accès à une piscine à domicile ou de pouvoir se rendre dans des endroits de villégiature pour se rafraîchir durant les canicules (Bélanger et coll., 2006b). Alors que la deuxième option – la tarification de l'eau potable – est davantage supportée par les plus fortunés, dont la capacité de payer est plus élevée (Villemaire, 1998), et par les répondants provenant des régions très populeuses, soit les groupes plus vraisemblablement déjà exposés à diverses propositions de modes de facturation de l'eau potable.

Stratégies liées aux bâtiments

Dans cette étude de Bélanger et Gosselin (2007), une majorité des répondants s'entendaient sur la nécessité de climatiser les hôpitaux et centres d'accueil pour personnes âgées ou malades – deux clientèles à haut risque lors de chaleur accablante (Doyon et coll., 2006; InVS, 2006). Selon certains (Giguère et Gosselin, 2006d), les données québécoises relatives à la climatisation dans les établissements de soins et de services de santé seraient toutefois incomplètes. Combler cette lacune (incluant les conditions d'aération et de ventilation) s'avérerait un atout, notamment pour la protection de la santé et la sécurité civile.

L'idée de subventionner la climatisation des logements de personnes âgées ou malades à faible revenu et les garderies pour enfants a été davantage endossée par les participants moins fortunés (dont certains vivaient en appartement), soit vraisemblablement les personnes n'ayant pas déjà recours à la climatisation à domicile (Bélanger et coll., 2006b). De fait, en 2003, 15,8 % des ménages québécois ayant rapporté un revenu inférieur à 20 000 $ disposaient d'un appareil de climatisation, alors que cette proportion était de 44,3 % chez ceux ayant déclaré des gains de 80 000 $ et plus (ISQ, 2006f). De telles statistiques suggèrent l'implantation d'initiatives (telle la climatisation) dans les milieux de vie regroupant des gens défavorisés économiquement et dont la santé de l'une ou de plusieurs peut être gravement atteinte par la chaleur accablante. Pour conclure, les allophones abondaient plus franchement en faveur de la climatisation. Diverses raisons liées au logement ou d'ordre socio-économique pourraient expliquer cet état de choses (Citoyenneté et Immigration Canada, 2005; Leloup, 2005). Des études sur les stratégies d'adaptation à la chaleur dans diverses communautés culturelles bonifieraient assurément les connaissances dans le domaine de la santé et des changements climatiques et optimiseraient le soutien auprès de ces communautés.

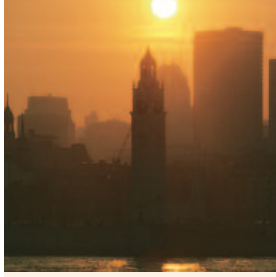
La mise en place d'un programme plus attrayant de financement visant l'efficacité énergétique – tel qu'il a été annoncé dans le récent plan d'action gouvernemental sur les changements climatiques (Gouvernement du Québec, 2006c) – devrait permettre

d'améliorer l'isolation de certains logements et faciliter l'adaptation aux vagues de températures extrêmes. Il est à souhaiter toutefois qu'une attention particulière sera portée aux personnes résidant dans des logements nécessitant déjà des réparations majeures c'est-à-dire 7,8 % des logements privés occupés en 2001 à travers le Québec (INSPQ, 2006d).

Enfin, la prévalence de l'utilisation du chauffage au bois résidentiel serait actuellement de l'ordre de 20 % (Bélanger et coll., 2006c) et le nombre de logements dans lesquels on y recoure aurait augmenté d'environ 60 % de 1987 à 2000 (MDDEP, 2006a). Ces statistiques sont préoccupantes pour la protection de la qualité de l'air et de la santé publique (MSSS, 2006b) et elles le deviennent d'autant plus du fait que près des deux tiers des répondants de la présente étude ne percevaient pas la nécessité d'empêcher l'utilisation de ce type de chauffage en présence de smog hivernal. Une surveillance plus étroite de l'évolution à la hausse du chauffage au bois résidentiel et de ses impacts sur la santé humaine serait donc indiquée (Bélanger et coll., 2006c), de même que l'identification des déterminants de l'utilisation de ce type de chauffage dans le but d'améliorer les messages de sensibilisation de la population.

Stratégies liées au transport

Il est rassurant d'observer que la majorité des participants optaient franchement pour la mise en œuvre de mesures visant à réduire les émissions de carbone, notamment l'utilisation de transports écoénergétiques, à l'acquisition d'automobiles à faible consommation ou à l'adoption de bonnes pratiques. Cela devrait faciliter la mise en place des actions gouvernementales visant l'élimination ou la réduction de GES liés au transport (Gouvernement du Québec, 2006c), lesquels comptaient pour 37,4 % des émissions québécoises en 2003, tout en contribuant à de multiples autres effets négatifs, notamment sur la santé humaine (Judek et coll., 2005; Ontario Medical Association, 2005). La sensibilisation de la population aux solutions d'adaptation aux changements climatiques s'avère toutefois une étape cruciale. Il est en effet possible que les utilisateurs quotidiens d'une automobile appuient moins fréquemment les solutions liées au transport que les non-utilisateurs ou les utilisateurs très occasionnels. Pour supporter cette démarche de sensibilisation, il serait cependant indiqué d'identifier les principaux déterminants influençant le choix du type de transport utilisé, tout en estimant le niveau de pollution atmosphérique ainsi générée par les répondants et en évaluant leur connaissance du lien entre ce niveau de pollution et le type de transport adopté (Aubin, 2002). Peu de répondants souhaitaient la climatisation des automobiles neuves, de façon standard. Il s'agit d'une observation heureuse puisqu'à ce jour la climatisation consomme de l'essence et conséquemment, pollue (Environnement Canada, 2002). Malgré cela, il serait souhaitable de suivre l'évolution des statistiques relatives à la climatisation des véhicules moteurs d'autant plus que selon certains (Lafrance et Desjarlais, 2006), il est possible que les gens se déplaceront davantage plus la saison froide sera courte et qu'ils recourront davantage à la climatisation en raison de la hausse des températures. Enfin, il est étonnant d'observer que seulement le tiers des



répondants appuyait la climatisation des autobus. Une étude visant à expliquer cet état de choses serait utile dans une approche de marketing visant l'utilisation accrue des transports en commun.

Stratégies liées aux mesures sociales et à la recherche
De l'ordre de 77 % des répondants désiraient fortement qu'on offre plus de services à domicile pour les personnes âgées ou malades à faible revenu; 62 %, qu'on augmente le nombre de refuges pour les sans-abri; et 56%, qu'on hausse les budgets de recherche sur la santé et les événements climatiques extrêmes. Par ailleurs, 60 % des participants voulaient fermement qu'on adopte au moins deux de ces trois solutions, particulièrement les femmes, les aînés, les allophones, les non-travailleurs, les personnes défavorisées économiquement, les gens vivant seuls, les résidents en appartement, les personnes atteintes d'un problème de santé chronique ou qualifiant leur état de santé mauvais; bref, divers sous-groupes de personnes plus susceptibles de rencontrer des conditions sociales et économiques défavorables (Bélanger et coll., 2006b, 2006c; InVS, 2006) à l'adaptation aux vagues de chaleur ou autres événements climatiques extrêmes. Or, le choix de se relocaliser n'existe tout simplement pas pour plusieurs de ces personnes. Conséquemment, il serait souhaitable d'intégrer le développement d'interventions terrain concrètes aux plans d'action des diverses instances décisionnelles, notamment dans certains quartiers urbains (Laverdière, 2001).

6.5.6 Conclusion

De la collectivité à l'individu
Dans cette étude de Bélanger et Gosselin (2007), les stratégies de réduction des GES interpellant les gouvernements, les municipalités ou encore les institutions apparaissent plus populaires que les stratégies touchant directement les individus. Diverses raisons pourraient expliquer cet état de choses. De fait, certains auteurs suggèrent que la population pourrait se sentir impuissante face à un problème global d'une telle envergure si bien qu'elle s'en remettrait aux gouvernements et industries pour qu'ils trouvent les solutions appropriées (Dotto, 2000). Certains ajoutent qu'en agissant ainsi, la population se sentirait moins concernée et moins disposée à modifier son comportement. Par ailleurs, il semblerait que la majorité des citoyens supporteraient les initiatives nationales et internationales en autant qu'elles ne demandent pas un changement significatif de leur style de vie (Bord et O'Connor, 1997) ou le sacrifice de leur confort pour le bien collectif (Leiss et coll., 2001) et en autant que cela ne leur coûte pas un sou. Enfin, la majorité aurait aussi un fort attachement au statu quo et risquerait davantage pour éviter une perte que pour obtenir un bénéfice (Rachlinski, 2000).

En fait, peu de choses semblent réellement connues sur les processus cognitifs sous-jacents à l'adoption de comportements préventifs dans un contexte social et environnemental comportant de multiples facettes (de la sécheresse aux inondations), dimensions (du local à l'international) et vulnérabilités (des individus aux collectivités, en passant par les institutions). De même, on ne sait trop qui veut le statu quo et qui ne veut réellement pas payer (Gelbspan, 2000; Sandalow et Bowles, 2001). Répondre à ces questions contribuerait assurément à l'avancement des connaissances dans le domaine des changements climatiques. Ceci étant dit, les chercheurs ne partent pas de zéro. De fait, il est actuellement reconnu que pour être effectives, les mesures d'adaptation sur le plan individuel doivent être considérées conjointement à des changements sociétaux et institutionnels (O'Brien et coll., 2004); qu'un leadership canadien soutenu est nécessaire et attendu pour assurer que tout le monde joue selon les

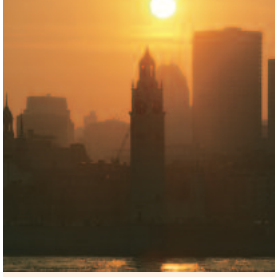
mêmes règles (Bureau du vérificateur général du Canada, 2006); et que la contribution individuelle (p. ex., comportements, responsabilité) aux changements climatiques a été insuffisamment présentée dans les médias canadiens de 1990 à 2004 (Bouchard et coll., 2005).

Puisque les médias renforcent les représentations individuelles et contribuent à leur amplification, il serait donc crucial, avancent Bélanger et Gosselin (2007), que les organisations non gouvernementales, les chercheurs, journalistes, gestionnaires municipaux et de la santé publique, bref toute personne jouant un rôle-clé dans ce dossier, recentrent le débat des changements climatiques à la fois sur leurs conséquences (incluant les coûts directs et indirects qui leur sont déjà associés, notamment dans le secteur de la santé; p. ex., Crawford et Williams, 2006; Rittmaster et coll., 2006). De tels efforts d'éducation et de communication pourraient potentiellement engendrer rapidement des résultats (Kempton, 1993). À ce propos dans l'étude de Bélanger et Gosselin (2007), plus les répondants croyaient en la contribution des causes anthropiques, plus ils avalisaient un nombre élevé de stratégies d'atténuation des GES ou d'adaptation aux changements climatiques si bien que 70,4 % des participants se disant convaincus qu'il faille mettre en place au moins 30 des 32 solutions croyaient également que les changements climatiques étaient présentement causés par les activités humaines, alors que ce pourcentage était de 28,8 % chez les répondants qui entérinaient au plus 4 solutions.

6.5.7 Synthèse

Dans les pays industrialisés, les vagues de chaleur apparues au cours des dernières décennies, particulièrement celles de 1995 à Chicago et de 2003 en Europe, ont donné lieu à diverses publications permettant d'identifier qui est fragilisé dans un contexte de chaleur accablante. De même, cette section décrit comment plusieurs Québécois s'adaptent déjà durant les canicules. Puisque le réchauffement climatique ne s'effectue pas nécessairement de façon linéaire, il était toutefois important de se rappeler qu'au Québec il y aura encore des hivers très froids. De là, la nécessité de documenter également les adaptations déployées lors d'une période de froid intense. Certaines de ces adaptations sont de nature à protéger la santé de la population, mais d'autres semblent moins favorables sur le long terme. La plupart des adaptations possibles et souhaitables semble déjà bien acceptée socialement, mais certaines autres semblent soit mal comprises quant aux liens avec les changements climatiques, soit encore inacceptables pour diverses raisons encore à élucider.

Enfin, à la lumière des résultats de cette étude et de la littérature portant sur les changements climatiques, force est d'admettre qu'il reste beaucoup à faire, collectivement, pour préserver la santé publique et l'environnement dans le contexte où certains de ces événements extrêmes deviendront plus fréquents et plus sévères. Les suggestions d'adaptations futures émises dans ce rapport permettront de faire un pas dans cette direction.



6.6 PERCEPTIONS DES GESTIONNAIRES MUNICIPAUX ET DE LA SANTÉ PUBLIQUE

6.6.1 Introduction

Dès la fin des années 90, les gestionnaires municipaux canadiens ont signifié leur préoccupation à l'égard de ces changements par l'entremise de la Table de concertation des municipalités (TCM), puis proposé des champs d'intervention où il serait possible de réduire les émissions de GES en partenariat avec tous les ordres de gouvernement, le secteur privé et les organisations volontaires (TCM, 1998). À ce sujet, il a été identifié les secteurs suivants : l'approvisionnement en eau, la gestion des déchets, les transports, le fonctionnement de leurs propres équipements (p.ex., équipements récréatifs, logements sociaux), mais aussi le contrôle indirect et l'influence incitative sur la consommation d'énergie et les émissions de GES (p.ex., réglementation municipale; normes relatives à l'aménagement, au zonage; relations avec la population). Entre 100 et 200 des quelque 4000 municipalités canadiennes constituées vers l'an 2000 avaient la capacité de répondre aux phénomènes climatiques extrêmes (TCM, 1998). Le Fonds municipal vert – créé par le gouvernement fédéral mais géré par la Fédération canadienne des municipalités (FCM) – a supporté environ 350 projets[19] depuis 2000 (FCM, 2006), alors que le nombre de municipalités d'un océan à l'autre est actuellement de l'ordre de 3700 selon la fédération. Un constat similaire se dégage au Québec où seulement 93 des 1110 municipalités[20] (Ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR), 2005c) se sont inscrites au programme GES-Énergie (Gouvernement du Québec, 2000, 2005a).

Quant au domaine de la santé publique, le Programme sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques n'a financé, depuis 1998, que 13 projets de recherche visant les effets sur la santé et l'adaptation humaine (Gouvernement du Canada, 2005). Au Québec, le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) ne s'est joint au consortium Ouranos qu'en 2004; en 2002, très peu de professionnels de la santé publique se sentaient concernés par les changements climatiques (Bélanger et coll., 2002); et, au Québec méridional, il apparaît qu'on s'y soit intéressé surtout depuis la canicule survenue en France en 2003, essentiellement pour la mise en place de mesures d'urgence dans un contexte de chaleur accablante (Giguère, 2005).

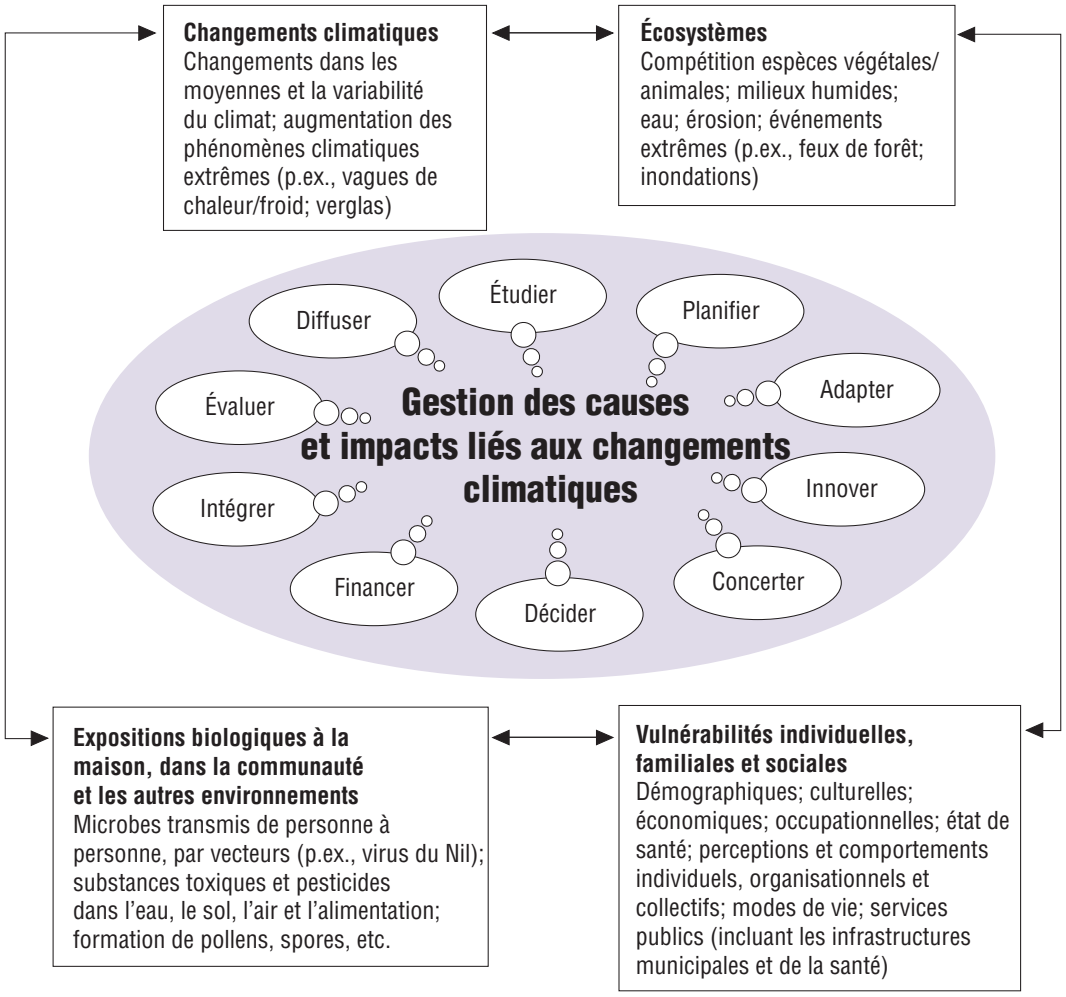
Il est peu vraisemblable que l'implication réservée des gestionnaires municipaux et de la santé publique soit déterminée par un manque de sensibilisation ou d'information générale. En effet, les médias ont largement diffusé des renseignements sur les changements climatiques au cours des dernières années, particulièrement en raison du protocole de Kyoto. Plusieurs documents de synthèse (dont certains accessibles sur Internet) ont également été élaborés à l'intention des gestionnaires (Isuma, 2001; Auger et Kosatsky, 2002; Gosselin et Grondin, 2002; Ouranos, 2004) et sont largement disponibles dans diverses publications et sur les portails gouvernementaux du Québec et du Canada. Conséquemment, d'autres facteurs plus incisifs que la sensibilisation et la connaissance générale sur les changements climatiques influenceraient les gestionnaires publics quant à leur décision d'interagir ou non dans ce dossier, comme le degré de préoccupation quant à leur survenue dans leur région respective, diverses conditions facilitant ou empêchant l'action (TCM, 1998; Association canadienne de santé publique (ACSP), 2001), ainsi que le degré d'implication des partenaires (Fédération canadienne des municipalités, 2002; Wittrock et coll., 2001; et de la collectivité (TCM, 1999; ACSP, 2001). Afin de faciliter la communication et la collaboration entre les gestionnaires municipaux et de la santé publique du Québec, qui sont à l'interface du processus de gestion des causes et impacts liés aux changements climatiques, il s'avérait donc des plus pertinents de mettre en lumière leurs perceptions respectives.

19 Exemples : études de faisabilité, projets pilotes, essais sur le terrain.

20 En date du 1er janvier 2005, avant reconstitution et selon le décret de décembre 2004, il y avait 1110 municipalités au Québec, excluant les réserves indiennes, les terres de compétence fédérale, les territoires non organisés ainsi que les terres inuites. Ce nombre est passé à 1141, au 1er janvier 2006, depuis la reconstitution.

Cette étude présente les faits saillants d'une recherche réalisée en 2005 parmi les gestionnaires municipaux et de la santé publique du Québec méridional, dont l'objectif général visait à étudier l'interrelation entre la préoccupation des gestionnaires à propos des changements climatiques et de leurs effets, et leur perception de l'importance de planifier des mesures d'atténuation ou d'adaptation pour contrer ou s'adapter à ces changements sur un horizon de 10 ou 20 ans (Bélanger et coll., 2006a) (figure 6.23).

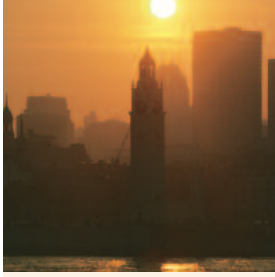
Figure 6.23 Gestion des causes et conséquences des changements climatiques



Source : Adaptation des modèles présentés par l'OMS et les National Institutes of Health (NIH) Committee on Climate, Ecosystems, Infectious Diseases and Human Health, 2001; OMS, 2001; OMS et Agence européenne pour l'environnement, 2002).

Considérés selon une perspective théorique référant à l'apprentissage organisationnel (Tebourbi, 2000; Berkhout et coll., 2004), ces résultats apportent quelques éléments de réponse aux questions suivantes :

- Quels sont les sous-groupes de personnes considérés par les gestionnaires comme étant les plus vulnérables aux changements climatiques, au plan socio-économique, de la santé et de l'environnement, parmi la population de leur ville, municipalité régionale de comté ou région sociosanitaire?
- Quelle est la perception des gestionnaires quant à la fréquence et la sévérité de ces changements dans leur région et au Québec? S'en préoccupent-ils?



- Quels sont les impacts régionaux des changements climatiques appréhendés par les gestionnaires, notamment sur la santé, la sécurité civile, l'environnement bâti ou naturel, les infrastructures et l'économie?
- Quelle est la perception des gestionnaires sur la nécessité de mettre en place, dans leur région respective, des programmes spécifiques d'intervention relativement à ces changements? Pourquoi sont-ils nécessaires?
- Quelles actions, selon eux, ont déjà été entreprises dans leur région pour faire face aux changements climatiques? Quels sont les acteurs-clés jouant actuellement un rôle dans ce dossier – sur le plan local, régional ou national, – ou encore pouvant y contribuer éventuellement?

6.6.2 Méthodologie

Ce projet de recherche a porté sur les gestionnaires municipaux et de la santé publique desservant le Québec méridional, soit plus de 99 % de la population québécoise (ISQ, 2000; Bélanger et coll., 2006a). Plus précisément, il a concerné les 15 des 8 régions socio-sanitaires (RSS) ayant fait l'objet de l'enquête (figure 6.12 : excluant les régions 10, 17 et 18). Chacune de ces régions sociosanitaires est desservie par une Agence de la santé et des services sociaux, laquelle a la responsabilité, depuis 2003, de mettre en place un mode d'organisation plus adapté à la réalité vécue localement (Éditeur officiel du Québec, 2005a). Chaque agence régionale compte un directeur de la santé publique – qui doit travailler en étroite collaboration avec les autres partenaires institutionnels de la région (p. ex., hôpitaux) – ainsi que des responsables en mesures d'urgence, santé au travail, santé environnementale et maladies infectieuses. Chacun de ces groupes de professionnels sont appelés à jouer un rôle-clé dans le dossier des changements climatiques (Cassel, 1990; Société royale du Canada, 1995; Patz et coll., 2000; Warren et coll., 2004), en raison de la diversité des clientèles cibles fragilisées par ces changements (p. ex., personnes âgées ou atteintes de maladies chroniques) et de l'étendue des effets sur la santé (p. ex., stress social et mental causé par les catastrophes; coup de chaleur chez les travailleurs; contamination de l'eau et des aliments) (Warren et coll., 2004).

Parallèlement, en 2005, le Québec comptait 86 municipalités régionales de comté (MRC) ainsi que 14 villes (dont neuf de plus de 100 000 habitants) n'appartenant à aucune MRC mais exerçant certaines de leurs compétences (MAMR, 2005c). Quarante de ces municipalités ont été retenues pour cette étude. Ce choix a été fait afin de tenir compte de la variabilité des impacts climatiques au Québec méridional, dans les régions côtières (p. ex., élévation du niveau de la mer), agricoles (p. ex., sécheresse), forestières (p. ex., feux de forêt), touristiques (p. ex., érosion et plages; diminution de neige au sol et ski) et urbaines (p. ex., îlots de chaleur) (Warren et coll., 2004). Toutes les organisations municipales géraient des dossiers liés aux changements climatiques, et plus spécifiquement : l'aménagement, l'urbanisme et la consultation agricole (p. ex., schéma d'aménagement, plan d'urbanisme, réglementations diverses); la sécurité civile; les services et infrastructures (p. ex., habitation, routes, transports en commun, aqueduc, égouts); la culture, les loisirs et le tourisme; les communications et relations avec les citoyens; l'administration (p. ex., développement économique).

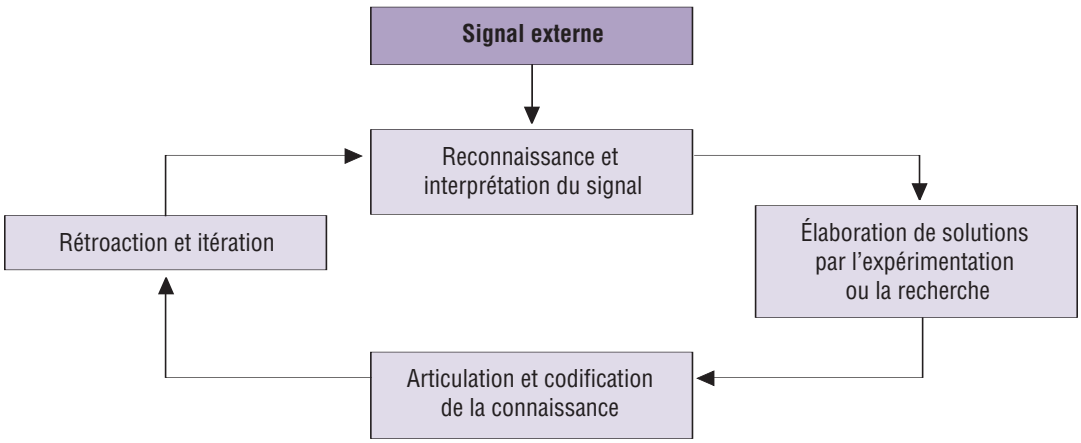
Au total, 70 gestionnaires de la santé et 84 gestionnaires municipaux ont été sollicités pour collaborer à l'étude. Respectivement, 58 et 72 personnes ont accepté l'invitation (taux de réponse : 84,4 %), dont plus des deux tiers avaient au moins 10 ans d'expérience comme gestionnaire. La grille d'entrevue a été développée sur la base de la littérature portant sur la santé et les changements climatiques (TCM, 1998; ACSP, 2001; Fishbein et coll., 2001; Wittrock et coll., 2001; Fédération canadienne des municipalités, 2002; Academy for Educational Development, 2003). Afin d'explorer le plus largement possible

les perceptions des gestionnaires, ces variables-clés référaient à diverses théories psychosociales plutôt qu'à une seule. Les contenus et procédures de validation sont détaillés dans Bélanger et coll. (2006a).

La collecte de données a été réalisée par trois intervieweurs, du 16 mai au 8 juillet 2005, sur rendez-vous téléphonique (durée moyenne : 39 minutes). Le contenu des entrevues a été codifié à l'aide du logiciel N'Vivo (Gibbs, 2002; Quality Systems Registrars, 2005). Un va-et-vient d'interactions entre le codificateur et les chercheurs/intervieweurs a permis de valider progressivement le regroupement des données en catégories intermédiaires de réponse (p. ex., gestion de l'eau : eau potable, eaux usées, eaux de récréation) et les généralisations descriptives préliminaires (Huberman et Miles, 1991; Erlandson et coll., 1993). Enfin, une analyse de contenu thématique (Paillé et Mucchielli, 2003) a été réalisée selon les cinq critères suivants : l'homogénéité interne (cohérence à l'intérieur d'une même catégorie); l'hétérogénéité externe (catégories mutuellement exclusives ou clairement différentes); la pertinence et l'exhaustivité des données; et la productivité explicative (construction d'une chaîne logique d'indices et de preuves appuyant le résultat observé) (Patton, 1990).

La deuxième étape de l'analyse a été effectuée selon une perspective théorique référant à l'apprentissage organisationnel (Tebourbi, 2000; Berkhout et coll., 2004) (figure 6.24). Ces théories décrivent les processus (ou cycles d'apprentissage) qui font que l'organisation apprend à travers ses propres expériences, lesquelles servent à orienter ses objectifs, à sélectionner les informations provenant de l'environnement (signal) et à solutionner ses problèmes, tout en tenant compte de divers facteurs sociaux, politiques et structurels (Tebourbi, 2000). Cette démarche permet à l'organisation d'interpréter et de communiquer les connaissances pertinentes pour la prise de décision, incluant des mécanismes formels et informels utiles, entre autres choses, à la gestion des connaissances et à la planification.

Figure 6.24 Cycle d'apprentissage



Source : Adaptation de la figure 8 de Tebourbi, 2000, page 71 et de la figure 1 de Berkhout et coll., 2004, p. 9.

6.6.3 Résultats

Tous les gestionnaires municipaux (GM) et de la santé (GS) percevaient des vulnérabilités déjà existantes sur leur territoire, qu'elles soient environnementales, socio-économiques ou liées à la santé. De même, tous ont relevé des impacts régionaux liés aux changements climatiques, soit sur la population générale ou sur des sous-groupes plus vulnérables, soit sur l'environnement naturel ou bâti, soit sur les activités récréatives, sportives, ou touristiques, soit encore sur l'économie (tableau 6.6).

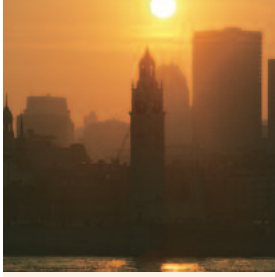


Tableau 6.6 Répartition du nombre de gestionnaires, en nombre et en pourcentage, et les impacts des changements climatiques sur la santé de la population de leur région, par catégorie

Répercussions des changements climatiques	GS	GM	Total
Nombre total de répondants interrogés sur les impacts des CC sur la santé de la population en général	51 (100 %)	69 (100 %)	120 (100 %)
Impacts négatifs sur la santé de la population en général	*48 (94 %)*	*62 (90 %)*	*110 (92 %)*
Impacts négatifs sur la santé en général	47 (92 %)	57 (83 %)	104 (87 %)
Impacts négatifs sur la santé physique	38 (75 %)	33 (48 %)	71 (59 %)
Respiratoires et allergies	17 (33 %)	16 (23 %)	33 (28 %)
Maladies infectieuses	16 (31 %)	6 (9 %)	22 (18 %)
Maladies hydriques	15 (29 %)	6 (9 %)	21 (18 %)
Maladies entériques	9 (18 %)	1 (1 %)	10 (8 %)
Cancers	4	6	10 (8 %)
Décès	5	4	9 (8 %)
Autres impacts sur la santé physique[i]	7	4	11
Impacts sur la santé mentale	13 (25 %)	16 (23 %)	29 (24 %)
Moral	3 (6 %)	7 (10 %)	10 (8 %)
Stress	2	5	7 (6 %)
Vulnérabilités exacerbées	2	3	5 (4 %)
Autres problèmes de santé mentale[ii]	7	6	13
Causes des impacts sur la santé	*27 (53 %)*	*24 (35 %)*	*51 (43 %)*
Chaleur~smog	15 (29 %)	11 (16 %)	26 (22 %)
Qualité de l'eau	11 (22 %)	6 (9 %)	17 (14 %)
Inondations et glissements de terrain	2	3	5 (4 %)
Autres causes[iii]	3	8	11
Impact variable	*2 (4 %)*	*5 (7 %)*	*7 (6 %)*
Peu d'impacts sur la population en général	*4 (8 %)*	*3 (4 %)*	*7 (6 %)*
Autres (habitudes et qualité de vie)	7 (14 %)	3 (4 %)	10 (8 %)
Impacts positifs	2	2	4 (3 %)
Ne sait pas	2	1	3 (3 %)
Pas d'impact sur la santé de la population en général	*5 (10 %)*	*12 (17 %)*	*17 (14 %)*

Nota : Un répondant pouvait identifier plus d'un impact.

i Autres impacts sur la santé physique : entrave aux activités physiques, déshydratation/coup de chaleur, accidents, tension artérielle et problèmes cardiaques, engelures, maladies aux causes inconnues, problèmes d'échanges gazeux.

ii Autres problèmes de santé mentale : pauvreté, dépression, comportement passif-agressif, stress post-traumatique, plus de suicides.

iii Autres causes : pollution, tornade, fluctuations températures hiver, tempêtes de neige, feux de forêt, acclimatation, froid, manque d'information.

Source : Bélanger et coll., 2006a.

Sur le plan régional, la plupart des gestionnaires estimaient que la température moyenne annuelle s'était élevée considérablement au cours des dernières années. Néanmoins, la majorité des gestionnaires jugeaient les hivers moins rigoureux qu'autrefois : la fréquence des pluies hivernales, ainsi que l'amplitude et le nombre de fluctuations des températures avaient augmenté; les tempêtes de neige et sa quantité au sol, diminué. Toujours à l'échelle régionale, l'augmentation de la fréquence et de la violence des événements climatiques extrêmes faisaient davantage consensus que la hausse de la température. On référait surtout aux épisodes survenant durant l'été et l'hiver, tout spécialement aux vagues de chaleur ou de froid, aux pluies diluviennes ou verglacées (incluant leurs impacts, telles les inondations), ainsi qu'aux grandes variations de température. Relevons qu'à l'échelle provinciale, les perceptions sur les changements climatiques ont été généralement de même nature qu'au plan régional. Une forte majorité des participants croyaient que l'émergence des changements climatiques, avant tout d'ordre naturel, pouvait être accélérée par certaines activités humaines. Malgré cela, tous n'étaient pas persuadés d'assister présentement à de tels changements, ou encore ne leur attribuaient pas explicitement les événements climatiques extrêmes survenus sur leur territoire ou dans l'ensemble du Québec au cours des dernières décennies.

La plupart des gestionnaires municipaux et de la santé étaient cependant préoccupés par les impacts régionaux et provinciaux des changements climatiques sur un horizon de dix et de vingt ans. De même, la majorité des gestionnaires ont relevé la nécessité d'implanter – au cours de la prochaine décennie – des programmes d'intervention en rapport avec les changements climatiques. Relevons toutefois que le déploiement, à ce jour, de mesures régionales d'urgence pour atténuer ou s'adapter aux changements climatiques, était relativement modeste, loin d'être uniforme à l'échelle provinciale, et essentiellement axé sur les vagues de chaleur. Enfin, selon plusieurs participants, la responsabilité du dossier des changements climatiques devrait incomber aux instances régionales municipales de la santé plutôt qu'aux divers paliers organisationnels, comme c'est le cas présentement.

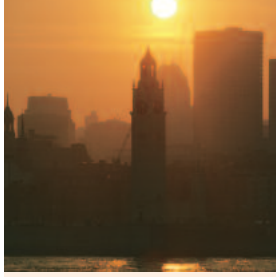
Pour faciliter la mise en place d'une stratégie d'interventions portant sur les changements climatiques, il était par contre des plus souhaitables de lever certains obstacles, dont :

- l'ambiguïté du message des gouvernements supérieurs;
- l'absence de mandat définissant les responsabilités et rôles respectifs des instances décisionnelles; et
- le manque de soutien financier et technique – surtout pour les petites et moyennes municipalités – pour implanter des mesures d'atténuation et d'adaptation aux changements climatiques.

6.6.4 Discussion

6.6.4.1 Accroissement de la température moyenne durant l'hiver

La perception des gestionnaires municipaux et de la santé sur l'évolution à la hausse de la température moyenne annuelle au cours des dernières décennies était mitigée sur la base régionale et, dans une moindre mesure, à l'échelle provinciale. L'existence de microclimats au Québec méridional contribue possiblement à diminuer la capacité de concevoir une variation moyenne « annuelle », laquelle n'a d'ailleurs fluctué que de 0,5 à 1,2 °C entre 1960 et 2003, selon une trajectoire est-ouest (Yagouti et coll., 2006). D'autre part, le réchauffement ne s'effectue pas nécessairement de façon linéaire (MacCracken et coll., 2001). Comparativement au réchauffement annuel, l'augmentation de la température moyenne durant l'hiver, corroborée par la littérature (Warren et coll., 2004), a été plus souvent signalée par les gestionnaires.



6.6.4.2 Augmentation des événements climatiques extrêmes durant l'été et l'hiver

L'augmentation de la fréquence et de la violence des événements climatiques extrêmes faisaient davantage consensus que la hausse de la température moyenne, tant sur le plan régional qu'à l'échelle provinciale. En fait aucune région n'était exemptée; seul le type d'événements différait selon les caractéristiques géomorphologiques du territoire (p. ex., vents violents et érosion des berges à l'est de la province; tornades et orages violents à l'ouest). Certains événements climatiques ont cependant été mentionnés plus fréquemment, soit les vagues de chaleur, les grandes fluctuations de température, les précipitations diluviennes causant des inondations, de même que les tempêtes de verglas. Globalement, l'incidence de ces événements concerne la majeure partie de la population du Québec, tout particulièrement les nombreuses inondations estivales touchant plus de 80 % des municipalités riveraines (RNCan, 2006c). La large diffusion par les médias des événements climatiques extrêmes comme les canicules n'est également pas à sous-estimer, de même que la mémoire de diverses catastrophes survenues au cours de la dernière décennie et notamment l'inondation du Saguenay en 1996 (Warren et coll., 2004), la tempête de verglas de 1998, puis les nombreux feux de forêt et de friches causés par la foudre durant l'été 2002 (RNCan, 2002).

6.6.4.3 Contribution des causes anthropiques aux changements climatiques

Le récent réchauffement planétaire de 0,5 °C serait partiellement attribuable à des émissions de GES générées par les activités humaines (GIEC, 2007). Plusieurs gestionnaires paraissaient en être tout à fait convaincus. Les autres abondaient dans ce sens mais de façon plus nuancée, sauf quelques exceptions qui niaient cette contribution. En fait, il semble que certains répondants aient été influencés par la controverse diffusée dans les médias au cours des dernières années (Villeneuve et Richard, 2001). Le flou entourant ce débat n'est pas sans conséquence, d'abord parce que la diminution des GES associés aux modes de vie est importante pour réduire le rythme et l'ampleur des changements climatiques (Warren et coll., 2004). Ensuite, ce flou peut orienter le processus décisionnel (Prochaska et coll., 1995) en influençant le rythme de la séquence des changements de comportement des gestionnaires. Ils passeront ainsi, plus ou moins rapidement, du déni de la contribution des causes anthropiques, à la « réaction » aux événements climatiques lorsqu'ils se présentent, puis à la « pro-action » à la fois sur les émissions de GES et sur le développement de mesures d'adaptation.

6.6.4.4 Certitude de la réalité des changements climatiques

La certitude d'assister au début d'une période de changements climatiques ne faisait pas l'unanimité parmi les gestionnaires. Il leur est donc difficile d'affirmer sans bémol que ces changements existent déjà. Il est possible que la controverse scientifique entourant les causes des changements climatiques ait influencé la perception de quelques gestionnaires. Divers facteurs liés à l'organisation de rattachement pourraient également y avoir contribué, puisque les gestionnaires municipaux semblaient un peu moins convaincus de la réalité des changements climatiques que les gestionnaires de la santé.

Les sources d'informations privilégiées par les gestionnaires municipaux et de la santé pourraient avoir influencé différemment leur représentation de la réalité des changements climatiques (Tebourbi, 2000). En effet, les gestionnaires municipaux consulteraient avant tout les publications provenant des ministères, des organismes gouvernementaux et des organisations de développement économique[21] (Ippersiel et Morissette, 2004), soit une littérature plus générale et davantage orientée sur les impacts climatiques liés aux infrastructures ou au territoire (MAMR, 2005b); alors que les gestionnaires de la santé réfèreraient ordinairement à une littérature scientifique sur la relation entre certains facteurs de risque (p.ex., variables climatiques) et la morbidité ou la mortalité (p. ex., Patz et coll., 2005; McMichael et coll., 2006).

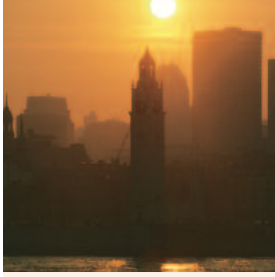
La reconnaissance de vivre déjà une période de changements climatiques a également des implications distinctes sur la pratique des gestionnaires municipaux et de la santé publique. Dans le secteur municipal, l'élaboration officielle de nombreuses procédures et règlements précise généralement ce qui doit être fait et la manière de le faire, de même que les directives spécifient la manière de procéder ou d'intervenir (Tebourbi, 2000). Ainsi, les lois, règlements, politiques et guides de bonnes pratiques orientent souvent les actions des gestionnaires municipaux. Conséquemment, le signal avisant de la survenue des changements climatiques doit être perçu et intégré comme étant suffisamment fort, prévisible et fiable pour justifier la mise en place d'un règlement et de procédures. Il en est autrement pour les gestionnaires de la santé publique; le système permet une ambiguïté ou incertitude plus grande, notamment parce qu'ils ont le mandat de préserver la santé de la population des risques qu'elle encourt, même en l'absence d'une preuve hors de tout doute, en vertu du principe de précaution (Chevalier et coll., 2003).

6.6.4.5 Préoccupation en rapport avec les changements climatiques

La plupart des gestionnaires étaient préoccupés par les changements climatiques sur un horizon de dix ans; les autres, sauf quelques exceptions, sur un horizon de 20 ans. Tant sur le plan régional qu'à l'échelle provinciale, la principale préoccupation portait sur les effets des changements climatiques sur la santé. Bien que plusieurs gestionnaires aient mentionné la nécessité de sensibiliser la population, peu d'entre eux ont étoffé leurs propos en précisant quelles interventions étaient réalisées dans ce domaine. La faible part des budgets alloués à cette sphère d'activités y concourt fort probablement.

Il n'existe pas, selon Bélanger et coll. (2006a), de données portant sur la proportion des budgets des administrations publiques (incluant le secteur municipal) au Canada et au Québec, consacrée aux activités de nature préventive en matière d'environnement ou de protection civile. Il a été possible de retrouver la proportion des budgets qui sont dévolus aux activités de lutte contre la pollution (Statistique Canada, 2000), dont : l'approvisionnement et l'épuration de l'eau de consommation; l'enlèvement et la destruction des déchets (et le recyclage); et d'autres dépenses comme la décontamination des sols, la lutte contre la pollution atmosphérique, les évaluations environnementales, et l'administration des ministères de l'environnement. Cette publication de Statistique Canada (2000) est en révision présentement, mais les proportions mentionnées sont probablement demeurées similaires, soit de l'ordre de 4,5 % des budgets publics attribués à l'ensemble de ces activités, lesquelles ne sont pas toutes préventives, peu s'en faut. Ces dépenses, d'environ 10 milliards de dollars au total, étaient assumées par les

21 Cette observation est vraisemblable. En effet, selon Ippersiel et Morissette (2004), les cinq principales sources d'information que consultent ou consulteraient les municipalités au Québec pour innover sont : 1) les ministères et organismes gouvernementaux et leurs publications ; 2) les organisations de développement économique et leurs publications ; 3) les colloques, conférences et foires ; 4) les associations ou OSBL et leurs publications ; et 5) les revues spécialisées et la presse écrite.



administrations municipales dans une proportion de 66 %, par les provinces pour environ 21 %, et par le fédéral pour 13 %. La ventilation par province n'était pas présentée, mais on peut présumer que cette proportion vaut aussi pour le Québec.

La situation est plus claire pour le secteur de la santé au Canada. En 2005, environ 5,6 % des budgets ont été alloués aux activités préventives de santé publique (Institut canadien d'information sur la santé, 2005), soit près de 8 milliards de dollars. La vaste étendue de ces activités couvre tous les secteurs de la santé, dont : la sécurité des aliments et des médicaments; les inspections sanitaires et environnementales; les activités de promotion de la santé; les programmes communautaires de santé mentale; les services infirmiers de santé publique; les mesures de prévention de la propagation des maladies transmissibles; et les mesures visant à promouvoir et à améliorer la santé et la sécurité en milieu de travail dans les organismes publics. À l'instar des administrations publiques, il n'a pas été possible de stratifier les budgets selon les provinces. Les données spécifiques pour le Québec pour ces mêmes types de dépenses ne sont pas disponibles non plus auprès de l'Institut de la statistique du Québec ou du ministère de la Santé et des Services sociaux. On suppose ici, à défaut de meilleurs renseignements, que les proportions (5.6 %) sont semblables au Québec et au Canada.

6.6.4.6 Impacts des changements climatiques sur le plan régional

Tous les gestionnaires municipaux et de la santé ont signalé que les changements climatiques pouvaient avoir des impacts régionaux, soit sur la population générale ou sur des sous-groupes plus vulnérables, soit sur l'environnement naturel ou bâti, soit sur les activités (récréatives, sportives, touristiques) et/ou l'économie. De façon générale, les impacts climatiques perçus par les répondants référaient aux vulnérabilités régionales qu'ils considéraient déjà existantes, qu'elles soient environnementales, socio-économiques ou liées à la santé. Par contre, globalement, les impacts et vulnérabilités davantage mis de l'avant par les gestionnaires municipaux différaient des gestionnaires de la santé. Les fonctions respectives de chacun de ces deux groupes, ainsi que le cadre législatif dans lequel ils les exercent, expliquent en partie cet état de choses.

Très succinctement, les gestionnaires municipaux doivent s'assurer que les services offerts répondent aux besoins diversifiés de la communauté ou de la région, dans une perspective de développement socio-économique (particulièrement chez les élus) tenant compte du vieillissement de la population, des grands enjeux environnementaux et de la mondialisation des marchés (Soucy, 2002). Un nombre considérable de lois et règlements encadre les activités de ces gestionnaires, entre autres la *Loi sur les compétences municipales* (p. ex., gestion de l'eau, transport) (MAMR, 2006c), la *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme* (p. ex., plantation et abattage des arbres, cohabitation des usages agricoles, contraintes naturelles comme l'érosion et les inondations) (MAMR, 2006b), la *Loi sur la qualité de l'environnement* (p.ex., matières résiduelles) (Éditeur officiel du Québec, 2006b), la *Loi modifiant diverses dispositions législatives concernant le domaine municipal* (p. ex., élevage porcin) (MAMR, 2006a), la *Loi sur la sécurité civile* (p. ex., schéma de sécurité civile) (MSP, 2005), et le *Code municipal du Québec* (p. ex., habitation) (Éditeur officiel du Québec, 2006a).

Contrairement aux gestionnaires municipaux, les gestionnaires de la santé publique sont essentiellement imputables en vertu de la *Loi sur la santé publique* (Éditeur officiel du Québec, 2006c), en raison de laquelle ils doivent protéger, maintenir ou améliorer l'état de santé et de bien-être de la population. Leur attention est donc focalisée d'une part sur un ensemble de maladies ou de conditions sociales défavorables (causes, prévention, traitement), et d'autre part sur les facteurs de risque auxquels elles sont associées, y compris la pollution et les phénomènes environnementaux.

6.6.4.7 Nécessité d'implanter des programmes régionaux spécifiques aux changements climatiques

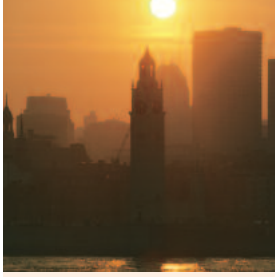
Plusieurs répondants considéraient nécessaire d'implanter des programmes régionaux spécifiques aux effets des changements climatiques sur un horizon de dix ans. Par contre, à ce jour, très peu de mesures ont été développées à cet effet. De plus, elles concernent surtout les vagues de chaleur.

En fait, il semble que ce soit la canicule survenue en France en 2003 qui ait principalement attiré l'attention des instances décisionnelles au Québec méridional (Giguère, 2005). Fortement médiatisée, cette vague de chaleur a mis en lumière la possibilité que certaines personnes issues de la population générale – et surtout les personnes âgées et démunies socialement ou économiquement – puissent mourir de chaleur, même à Paris. Elle a également mis en évidence la nécessité de prendre rapidement des décisions politiques et administratives et pour ce faire, d'avoir préalablement planifié exhaustivement les actions à entreprendre. Des plans pour contrer les effets néfastes des vagues de chaleur ont ainsi été étoffés ou développés à travers la province, particulièrement dans les grands centres urbains (Giguère et Gosselin, 2006d).

En revanche, bien que les pluies diluviennes et leurs impacts sur les cours d'eau, les eaux usées et l'eau potable aient été souvent soulignés par les gestionnaires municipaux et de la santé, peu d'entre eux ont dit avoir mis en place à leur effet des interventions incorporant des considérations relatives aux changements climatiques. Et pourtant, les inondations concernent 80 % des municipalités riveraines du Québec (dont Montréal et Québec) et entraînent des coûts estimés entre 10 et 15 milliards de dollars en moyenne par année (RNCan, 2006c). En fait, elles sont même le type de catastrophe naturelle le plus fréquent à travers la province et leurs conséquences peuvent être majeures, telles qu'illustrées par les inondations du Saguenay de 1996 (Warren et coll., 2004). Selon toute vraisemblance, bien qu'on observe la hausse de l'incidence de ces événements climatiques extrêmes depuis 15 à 20 ans, cette évidence ne semble pas suffisante pour nécessiter dès maintenant le déploiement de programmes d'interventions intégrant les changements climatiques. Un constat similaire se dégage pour le réseau routier, lequel a été jugé très vulnérable par les répondants, dû aux changements brusques de températures de plus en plus fréquents durant l'hiver et pouvant se traduire par des pluies, des inondations, des bris d'infrastructures (RNCan, 2006c).

La première question émergeant de ces observations concerne donc le mandat des gestionnaires en rapport avec l'implantation de programmes régionaux spécifiques destinés à mieux gérer les effets de la variabilité et les changements climatiques à long terme. Selon plusieurs répondants, la responsabilité de ce dossier incombait aux deux ordres du gouvernement, fédéral et provincial, de même qu'aux organisations municipales et directions régionales de santé publique. Certains gestionnaires se sentaient également interpellés, en raison de leurs fonctions respectives. Cependant, pour pouvoir s'y impliquer, le mandat provenant des instances gouvernementales les légitimant auprès de la population ou des autres organismes et organisations régionales devait être clair et précis, ce qui ne semble pas être le cas. À titre d'exemple, le Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable et d'égout, produit en octobre 2005 (MAMR, 2005a), aurait référé non seulement à de nombreux facteurs en aval de cette démarche (p. ex., capacité de payer, coûts d'opportunité, coûts actualisés selon le taux de financement). Un mandat provenant des gouvernements fédéral et provinciaux pour s'adapter aux changements climatiques aurait fourni la motivation et l'orientation nécessaires pour également prendre en compte des facteurs qui se situent en amont, dont les facteurs climatiques, comme les pluies abondantes et les inondations.

En somme, à ce jour, la prise en compte politique des changements climatiques semble surtout orientée sur les émissions de GES et la hausse de la température, dont les vagues de chaleur. Pourtant, les augmentations de la fréquence des inondations et des tempêtes de neige sont l'une des plus graves préoccupations des changements climatiques (Warren et coll., 2004).



Au Québec, elles sont aussi beaucoup plus fréquentes et répandues que les canicules, en plus d'avoir des effets majeurs sur la santé et le bien-être de la population, ainsi que sur l'économie.

Les organisations de services publics au Québec accordent davantage d'importance à l'innovation organisationnelle qu'à l'innovation technologique (Ippersiel et Morissette, 2004). L'absence de capitaux et de personnel qualifié pour développer et utiliser les nouvelles technologies freinent possiblement certaines décisions, mais il semble aussi vraisemblable que les gestionnaires et la population ne percevraient pas l'intérêt d'investir d'emblée dans de telles innovations, même si les fonds nécessaires étaient disponibles. Et cette réserve est probablement justifiée dans plusieurs cas, puisque diverses mesures actuelles et appelées « sans regret »[22], déjà reconnues efficaces par les gestionnaires sans être innovatrices pour autant, gagneraient à être mieux diffusées et davantage utilisées, notamment : la construction de remblais; les bassins de rétention; le détournement d'une route; le développement du transport en commun et de pistes cyclables; les constructions évitant les zones inondables; les systèmes de surveillance en santé publique; la formation et les simulations en mesures d'urgence en santé publique; les programmes sur les aides à la vie quotidienne et à la vie domestique offerts par le ministère de la Santé et des Services sociaux.

Ce deuxième point introduit un troisième facteur mentionné par des répondants, soit les contraintes budgétaires. Même les mesures dites « sans regret » exigent des frais directs (p. ex., équipement spécialisé pour déblayer les rues glacées l'hiver) et indirects (p.ex., personnel). Il est souhaité que la fusion des municipalités facilite l'implantation de certaines stratégies d'adaptation aux changements climatiques (p. ex., mise en commun de ressources matérielles et du personnel spécialisés) dépassant la capacité financière de plusieurs petites municipalités. À titre d'exemple, le coût de construction supplémentaire pour des routes toutes saisons (ailleurs que sur le pergélisol) et de ponts a été respectivement estimé à 85 000$ par kilomètre et entre 65 000 $ et 150 000 $ par pont (en dollars de 2001), pour des augmentations moyennes de 5 % de la température et de 10 % des précipitations au cours du présent siècle (Dore et Burton, 2004). Par contre, il est peu vraisemblable que la fusion soit une panacée pour tous les problèmes d'un programme régional, comme les obstacles inhérents à l'interaction de nombreux intervenants lors d'une catastrophe (p. ex., valeurs, formations, procédures diversifiées). Quant aux projets d'innovation, les services publics au Québec auraient rarement accès aux mises de fonds requises pour les développer, ou encore aux bénéfices tangibles pour encourager les innovateurs (Ippersiel et Morissette, 2004). Leur accès limité aux capitaux et leur peu d'expérience des sources de capitaux externes avaient même été mis en lumière, dès 1999, par la Table des municipalités, à propos du financement de projets d'économies d'énergie ou de réduction des émissions de GES (Table de concertation des municipalités, 1998). Enfin, dans le domaine de la santé publique, ce sont essentiellement des fonds de recherche qui permettent d'explorer les innovations ou les nouvelles avenues technologiques (Bédard et coll., 2003).

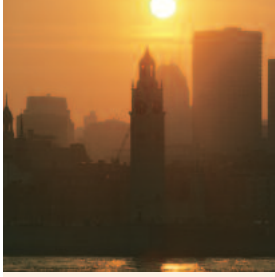
22 Les mesures « sans regret » sont celles pour lesquelles les retombées, par exemple les économies d'énergie et la réduction de la pollution, équivalent leurs coûts pour la societé, sans tenir compte des bénéfices d'atténuation des effets des changements climatiques.

Contrairement aux deux ordres de gouvernements, les gestionnaires régionaux et municipaux seraient responsables de la mise en place et de la gestion des programmes spécifiques des changements climatiques sur leur territoire. D'ailleurs, ce sont les directions générales des municipalités et leurs services d'urbanisme et d'aménagement, puis les directions de santé publique et les équipes en santé environnementale, qui ont été désignées par les répondants comme éventuels acteurs-clés dans ce dossier. Paradoxalement, ils ont aussi qualifié d'insuffisant l'appui de leurs collègues, de leurs directions (dont les élus) et de la population. Or, ces obstacles s'ajoutent aux difficultés auxquelles font face les gestionnaires municipaux devant s'assurer que les actions entreprises soient endossées par leurs concitoyens (Ippersiel et Morissette, 2004), en plus de contribuer à l'amélioration des services offerts, tout en conciliant le développement économique (Soucy, 2002). Il semble pourtant clair que cet appui de la population existe fortement pour une grande majorité d'adaptations, tout au moins au niveau des intentions. Quant aux gestionnaires de la santé publique, le problème se pose autrement. Ils auront à travailler en étroite collaboration avec d'autres partenaires institutionnels de la région (p. ex., hôpitaux), lesquels auront des priorités autres que les changements climatiques et ne seront pas nécessairement convaincus de leurs impacts sur les services de soins et de santé, d'autant plus que ces impacts ne sont pas encore facilement observables (McMichael et coll., 2006).

Les auteurs (Bélanger et coll., 2006a) élargissent leur réflexion en proposant qu'il serait des plus souhaitables d'ajouter aux interventions visant l'atténuation des GES et l'adaptation aux changements climatiques, un volet portant sur la réduction des vulnérabilités déjà existantes. Une telle ouverture permettrait selon eux de considérer la vulnérabilité non pas comme un résultat net des changements climatiques une fois les adaptations en place, mais plutôt comme une caractéristique (comme le revenu disponible) ou un état (comme d'être handicapé) généré par divers processus sociaux et environnementaux, et exacerbé par les changements climatiques (O'Brien et coll., 2004). Pour eux, l'intégration de cette dimension « humaine » est la pierre angulaire de l'ensemble de la démarche en changements climatiques.

6.6.4.8 Commentaires sur la validité et la fiabilité des résultats

Dans cette recherche, le taux de participation a été de 84,4 % (n = 130). Des gestionnaires provenant de divers secteurs d'activités d'intérêt public et régional ont été interviewés dans les quinze régions sociosanitaires du Québec méridional, afin de tenir compte de la variabilité des impacts climatiques dans les régions côtières, agricoles, forestières, touristiques et urbaines. Plus précisément, ont été rejoints des directeurs de santé publique, des responsables en mesures d'urgence, santé au travail, santé environnementale et maladies infectieuses rattachés à chacune des quinze Agences de santé et de services sociaux couvrant cette partie de la province, de même que des gestionnaires municipaux – œuvrant au sein de 40 des 86 municipalités régionales de comté (MRC) et des quatorze villes principales – pouvant être concernés, selon le cas, par les dossiers suivants : l'aménagement, l'urbanisme et la consultation agricole; la sécurité civile; les services et infrastructures; la culture, les loisirs et le tourisme; les communications et relations avec les citoyens; et l'administration. En clair, ces répondants regroupent plusieurs des gestionnaires appelés à jouer un rôle-clé en changements climatiques dans divers secteurs d'activités d'intérêt collectif, dans chacune des 15 régions du Québec méridional.



Il est légitime de se demander si certains gestionnaires n'ont pas répondu aux questions de sorte que leurs propos soient en accord avec le discours médiatisé sur les changements climatiques, notamment dans le contexte du protocole de Kyoto (Paulhus, 1991). Toutefois, Bélanger et coll. (2006c), estiment que l'influence de la couverture médiatique en faveur de la ratification du protocole de Kyoto au Québec a eu peu d'influence sur les données, notamment pour les trois raisons suivantes. La première est que la distribution des réponses a couvert un vaste éventail de possibilités (p. ex., allant d'extrêmement pour à tout à fait contre l'idée que les changements climatiques sont une réalité). La deuxième raison réfère au fait que certains gestionnaires n'ont pas hésité à faire part de leur grand scepticisme vis-à-vis de la survenue actuelle des changements climatiques. Enfin, l'entrevue permettait, avant de conclure, la vérification du niveau réel de croyances concernant les changements climatiques puis, au besoin, de nuancer les réponses antérieures.

Enfin, il est envisageable que des entrevues réalisées en face-à-face, ou téléphoniques mais d'une plus longue durée, auraient permis d'élaborer davantage sur certains aspects du questionnaire, entre autres sur les vulnérabilités déjà existantes, ou sur les obstacles à la mise en place de programmes d'intervention spécifiques aux changements climatiques. Cela est toutefois peu probable. D'abord, au fil de la collecte des données, les renseignements apportaient un rendement décroissant et les données saturaient (ce qui signifie que les personnes interrogées ont fourni peu de nouveaux renseignements, voire aucun, après la période initiale, un critère méthodologique utilisé pour évaluer la validité d'une enquête qualitative) (Deslauriers, 1991). De plus, bien que la hausse des événements climatiques extrêmes ait été notée de façon significative, de même que la hausse de la température hivernale en raison de certains indicateurs climatiques (p.ex., pluies, couverture de neige au sol), peu de gestionnaires considéraient ce signal suffisamment élevé et prévisible pour intégrer les changements climatiques dans leurs programmes. Outre les plans en cas de canicules, très peu de mesures sont actuellement en place pour atténuer ou contrer les impacts des changements climatiques, de façon systématique.

Cette situation est peu surprenante (Berkhout et coll., 2004). Les preuves des changements climatiques sont difficiles à percevoir, puisque le signal de ces changements est intimement lié au bruit de fond de la variabilité climatique naturelle (hausse de la fréquence et de la sévérité de situations déjà existantes). De plus, l'interprétation de ce signal climatique dépend de spécialistes externes aux organisations impliquées, lesquels utilisent des méthodes complexes de modélisation mathématique peu familières aux gestionnaires. Enfin, à ce stade-ci de l'évolution des connaissances, ces scientifiques n'apportent ni certitude définitive, ni réponse claire, aux questions cruciales des gestionnaires, comme l'ampleur exacte et la date de survenue de ces changements climatiques. Il devient donc ardu pour les gestionnaires municipaux et de la santé de traduire ces signaux en actions concrètes.

6.6.5 Synthèse

Sur la base des observations présentées ci-dessus, les auteurs (Bélanger et coll., 2006a) se sont demandés s'il était réellement possible d'envisager – dès maintenant – des interventions visant les changements climatiques dont l'ampleur des impacts est davantage attendue que vécue actuellement, et dont les conséquences touchent des populations déjà vulnérables pour bien d'autres raisons que ces changements? Leur réponse est oui, à l'aide d'une stratégie d'interventions dites sans regret, plus active et adaptée aux municipalités et aux agences de santé publique, et intégrant diverses méthodes déjà éprouvées pour prévenir la survenue des impacts négatifs des changements climatiques. Pour les auteurs, cette stratégie pourrait inclure les cinq volets suivants.

1. Clarifier le mandat de la prise en compte des changements climatiques

Il semble primordial que les deux ordres de gouvernement, fédéral et provincial, émettent un message précis et cohérent en rapport avec les changements climatiques, incluant la définition explicite des mandats et des rôles des parties impliquées dans ce dossier. Selon les personnes interviewées, cette démarche est une condition incontournable pour que les gestionnaires municipaux et de la santé publique se sentent appuyés d'aller de l'avant avec la mise en place de mesures concrètes et, s'il y a lieu, d'amorcer des processus internes pour développer des réponses novatrices. Afin de soutenir les gestionnaires, ce message devrait vraisemblablement prendre la forme d'une obligation légale de tenir compte des risques climatiques dans le processus de prise de décision des agences de santé et services sociaux, des municipalités, et des ministères provinciaux.

2. Profiter positivement du présent cycle d'investissement dans les infrastructures publiques

Dans le cadre du présent cycle d'investissement dans les infrastructures publiques, il faudrait adopter des normes et pratiques prenant en compte les impacts potentiels des changements climatiques. En effet, plusieurs des adaptations aux changements climatiques nécessitent une amélioration des infrastructures dont la durée de vie est souvent de l'ordre de 30 à 50 ans (p. ex., usines de traitement de l'eau, bâtiments, routes). Or, le Canada amorce présentement un cycle d'investissements majeurs, en raison de l'âge avancé de plusieurs équipements bâtis il y a plus de quarante ans. De grandes opportunités d'action dans le domaine des changements climatiques sont donc présentement offertes à un coût supplémentaire minimal. S'engager en profitant de cette occasion ne peut qu'avoir des effets bénéfiques pour les cinquante prochaines années.

3. Soutenir le renforcement des normes, procédures et routines organisationnelles

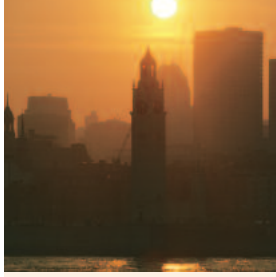
Il serait indiqué, selon les gestionnaires consultés, de renforcer les normes, procédures et routines organisationnelles, notamment : en mettant sur pied des formations pour développer des compétences (p. ex., analyse de risque, incluant des cartes de zones à risque); en élaborant des protocoles d'interventions ou des guides structurés, facilement utilisables et accessibles; en créant des comités provinciaux *ad hoc* regroupant divers experts et gestionnaires ayant une expérience terrain et pouvant aider techniquement les régions moins fortunées aux prises avec une situation fortuite.

4. Transférer et partager les connaissances plus efficacement

Il est probablement temps, recommandent les auteurs de l'étude, que les activités de recherche et développement, surtout menées jusqu'ici au sein du Consortium Ouranos, commencent à devenir plus disponibles sur le terrain. Ce transfert des connaissances faciliterait la prise de décision, la définition de normes et procédures utilisables localement par les organisations et les municipalités, à travers le Québec. Cette approche contribuerait certainement à lever la brume de haute technologie semblant entourer les sciences du climat dans l'esprit des gestionnaires. Ceci étant dit, plusieurs adaptations aux changements climatiques demeurent des types d'interventions que certaines autorités locales et régionales mettent déjà en œuvre pour bien d'autres raisons. Le partage de ce « savoir-faire » indéniable serait un ajout significatif pour celles qui n'ont pas l'expertise ou les ressources pour mettre en œuvre les adaptations aux changements climatiques.

5. Sensibiliser la population sur les changements climatiques

Pour supporter les gestionnaires au moment opportun, il est primordial que la population et les élus soit sensibilisés sur les enjeux actuels et futurs des changements climatiques. Un programme structuré, à long terme, et adapté à diverses clientèles constituerait une contribution des plus souhaitables pour plusieurs.



6.7 CONCLUSION

La première *Étude pan-canadienne sur les impacts et l'adaptation à la variabilité et au changement du climat* comportait un chapitre portant sur le Québec (Bergeron et coll., 1997), qui incluait un volet santé. La conclusion de ce rapport était que le niveau d'information disponible sur la santé était à ce moment faible ou très faible selon les aspects. Plusieurs recommandations ont été formulées à cet égard :

> « Initier des études multi-disciplinaires visant à évaluer quantitativement les répercussions directes sur la morbidité et la mortalité humaine et sur le comportement social de la population en milieu urbain ou semi-urbain au Québec à des épisodes de chaleur accablante, des inondations, des vagues de froid intense et des tempêtes hivernales. » (p. 196)

Il aura donc fallu une dizaine d'années avant de voir mise en œuvre cette recommandation, dont les résultats ont été présentés ici de façon sommaire. Le portrait actuel de la situation est beaucoup plus étoffé, car les connaissances scientifiques se sont développées de façon importante à l'échelle du Québec, du Canada et ailleurs dans le monde, ce qui permet actuellement d'estimer l'ampleur attendue de certains impacts et de préparer dès maintenant les adaptations nécessaires.

Les répercussions, pour ce qui est du Québec méridional, auront vraisemblablement une dominante négative pour la santé, et semblent devoir s'avérer probablement d'une ampleur importante si on les juge par les simulations de mortalité future présentées ici. En nombre absolu de décès par année, il s'agirait d'une augmentation de l'ordre de 150 décès annuels d'ici 2020, de 550 décès annuels d'ici 2050, et de 1 400 d'ici 2080 pour le Québec méridional. Il s'agit tout probablement d'une borne inférieure des impacts appréhendés, car ces simulations ne tiennent pas compte que la population du Québec vieillira beaucoup pendant cette période et que la proportion des 65 ans et plus (qui sont beaucoup plus sensibles aux aléas climatiques) va plus que doubler pendant cette période. Ces estimés n'incluent pas non plus les augmentations de la mortalité qui découleront des événements climatiques extrêmes comme les canicules ou tempêtes, ou d'une éventuelle recrudescence des maladies infectieuses d'origine hydrique, vectorielle ou alimentaire. Et les autres maladies liées aux changements climatiques ne sont pas encore comptabilisées. L'état de santé général de la population, dont on prédit qu'il pourra se détériorer avec la présente épidémie d'obésité et de diabète (conditions qui augmentent la vulnérabilité aux effets des changements climatiques), pourrait aussi venir compliquer ce portrait dans 20 ou 30 ans. Ces simulations prennent aussi pour acquis que les GES seront stabilisés à des niveaux de l'ordre de deux fois les niveaux actuels, ce qui pourra sembler optimiste à plusieurs. Des impacts importants sont aussi prévisibles pour le Québec arctique; ceux-ci sont traités dans le chapitre 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien.

À titre de comparaison, les décès de la route tuent quelque 700 personnes par année au Québec, et environ 6 000 sont gravement blessées (Société de l'assurance automobile du Québec, 2006). Il s'agit d'un problème reconnu faisant l'objet de programmes importants de prévention et d'atténuation des conséquences auxquels la société consacre des centaines

de millions annuellement (Société de l'assurance automobile du Québec, 2006). Les effets négatifs des changements climatiques sur la santé n'ont pas encore cette ampleur, mais pourraient y ressembler dans 30 ou 40 ans, ou même avant si les hypothèses de simulation décrites ci-dessus ne tenaient plus.

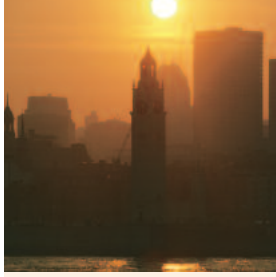
Il y a cependant deux bonnes nouvelles!

La première, c'est qu'une grande partie des effets appréhendés peut être minimisée et même prévenue. Tout comme dans le cas des traumatismes routiers, qui ont décru de 60 % depuis 25 ans en raison de programmes structurés mobilisant la population et les institutions de tous les secteurs, il est possible d'agir de façon efficace dans le cas des changements climatiques, et le Québec a les moyens et les ressources pour le faire, comme en font foi les nombreux exemples recensés ici.

La deuxième bonne nouvelle, c'est que le Québec a commencé à agir depuis quelques années dans certains domaines qui seront utiles pour s'adapter aux changements climatiques, qu'il planifie d'accroître ces actions dans le Plan d'action 2006 – 2012 sur les changements climatiques (Gouvernement du Québec, 2006c), et que la grande majorité des actions prévues reçoit un très large support de la population. Ces actions portent sur tout le Québec, y compris les zones nordiques où vivent la grande majorité des populations autochtones et inuites.

Les résultats de recherche et les recommandations découlant de ces projets décrits dans ce chapitre ont déjà contribué à sensibiliser les autorités sanitaires du Québec à la nécessité de mettre en place certaines mesures concrètes. Ainsi, il faut souligner l'importance du programme de recherche santé (et de diffusion de la recherche), préparé pour la période 2006 – 2009 au sein du Consortium Ouranos avec l'INSPQ, le MSSS, Santé Canada, Environnement Canada et des chercheurs universitaires. Certaines mesures significatives de renforcement de la surveillance sanitaire pour les événements climatiques extrêmes et les vagues de chaleur sont aussi prévues pour la même période. Un programme de promotion des îlots de fraîcheur en milieu urbain a aussi été annoncé, tout comme des efforts de mise à niveau des établissements de soins quant à la ventilation et à la climatisation. Enfin, un programme de formation des personnels cliniques de santé est prévu. Sous le volet sécurité des personnes et des biens, le gouvernement a aussi tout récemment mis en place un programme de prévention et de minimisation des impacts des principaux risques naturels de quelque 75 millions de dollars (Gouvernement du Québec, 2006a), de concert avec le milieu municipal et les intervenants régionaux, pour commencer à prévenir les situations difficiles liées à l'érosion côtière, les inondations et les glissements de terrain. Cette initiative orientera toute la planification future des infrastructures et bâtiments sur le territoire.

Plusieurs secteurs de la société sont donc déjà à l'œuvre. Au niveau municipal et provincial, pour diminuer les émissions de GES, qui demeure la première adaptation à privilégier : aucune nouvelle mesure d'adaptation ou mesure existante ne sera efficace si on ne pense pas à agir maintenant pour stabiliser le climat futur. Ces initiatives sont menées par des villes et villages, par exemple, qui captent les gaz émis par les sites d'enfouissement sanitaire, modifient leur zonage préventivement et ajoutent les urgences météorologiques à leurs plans d'urgence; par des entreprises qui achètent des véhicules hybrides ou réclament de baisser la vitesse maximale des camions pour économiser le carburant et diminuer les GES; par d'autres entreprises qui remplacent les camions par le transport maritime; par des ingénieurs qui implantent des systèmes géothermiques de chauffage. Bref, la liste de toutes ces initiatives, qui inclut aussi la future Bourse du carbone à Montréal, est longue. Le réseau de la santé québécois vient de se joindre aussi à cette liste d'intervenants, et produira sous peu un plan d'intervention en développement durable et changements climatiques.



Au-delà de ces bonnes intentions, ces programmes restent à définir, à systématiser, à budgéter sur des bases solides et à mettre en œuvre. Il reste aussi, et surtout, à bien cibler les interventions pour qu'elles soient dirigées vers les personnes et les communautés qui en auront besoin et qui n'ont pas, ou n'auront pas, les moyens de se payer les infrastructures requises, les services ou autres adaptations. Il s'agit de se rappeler ici les différences énormes relevées dans les études de ce chapitre pour l'accès à la climatisation ou aux piscines l'été, au chauffage adéquat l'hiver durant les vagues de froid, selon le revenu et l'état de santé. Les comportements varient aussi selon l'âge, le sexe, les habitudes, l'origine ethnique, ou le réseau social, et il faudra en tenir compte pour agir efficacement dans les campagnes de sensibilisation et les mises en garde. On peut donc voir là l'amorce d'un programme intégré de santé publique visant l'adaptation aux changements climatiques. Plusieurs autres aspects d'un tel programme, suggérés dans ce chapitre, méritent aussi d'être pris en compte. Ceci étant dit, la majorité des adaptations aux changements climatiques demeurent des types d'interventions que plusieurs ministères, agences et municipalités locales ou régionales mettent déjà en œuvre (ou pourraient mettre en œuvre) pour bien d'autres raisons et qu'il faudra ajuster, mieux cibler et renforcer.

Les changements climatiques posent à nouveau le défi de l'équité dans notre société, entre les générations et entre les régions, entre les handicapés et les bien-portants, entre les riches et les pauvres. Ils nous posent aussi le défi de l'équité avec le reste du monde : l'OMS signalait récemment que les changements climatiques occasionnent déjà la mort de plus de 150 000 personnes par année, principalement dans les pays en développement qui ne peuvent se payer les infrastructures nécessaires pour y faire face ou pour réduire les GES émis principalement par les pays riches, dont nous sommes (Basu, 2005).

Alors que les investissements en matière d'adaptation sont à la hausse, un seul ingrédient principal semble encore manquer afin de maximiser les possibilités présentes dans tous les secteurs de la société : un message clair et sans équivoque des gouvernements supérieurs quant à la nécessité de penser adaptation, et une obligation légale pour les institutions d'en tenir compte dans leurs décisions de tous les jours et ce, pour les deux ou trois prochaines générations. La population, elle, continue à penser que c'est très important encore aujourd'hui (Léger Marketing, 2006), comme elle le fait depuis plusieurs années.

6.8 RÉFÉRENCES

Academy for Educational Development. *Behavioral determinants inter-working group meeting* [Réunion du groupe d'intégration des déterminants du comportement], 2003. Consulté le 23 février 2006, à l'adresse http://www.coregroup.org/working_groups/Determinants_meeting_rpt0903.pdf

Agence de développement de réseaux locaux de services de santé et de services sociaux. *Algues bleues : Cyanobactéries,* 2003. Consulté le 14 mars 2005, à l'adresse http://www.regie-monteregie.gouv.qc.ca/Menu_Gauche/4-Publications/6-Dépliants_Guides_Outils_Information/Sante_Environnementale/DSP_pub_Depliant_cyanobacteries_fr.pdf

Agence de la santé et des services sociaux de la Montérégie (ASSSM). *Protéger la santé,* 2002. Consulté le 11 avril 2006, à l'adresse http://www.rrsss16.gouv.qc.ca/santepublique/protection/environnement/Qualiteairexterieur/tqhp/infopro/fiches/Prot%E9ger%20la%20sant%E9.pdf

Agriculture et Agroalimentaire Canada. *Les algues, les cyanobactéries et la qualité de l'eau,* 2003. Consulté le 15 juin 2006, à l'adresse http://www.agr.gc.ca/pfra/water/algcyano_f.htm

Akaike, H. Theory and an extension of the maximum likelihood principal [Théorie et prolongement du principe de vraisemblance maximale], dans B.N. Petrov et F. Csaki (dir.), *International symposium on information theory,* Budapest, Hongrie, Akademiai Kaiado, 1973.

Alavi, A. et J-F. Beaumont. *Évaluation et ajustement pour la non-réponse à l'enquête sur la population active du Canada,* 2003. Consulté le 10 février 2006, à l'adresse http://www.statcan.ca/bsolc/francais/bsolc?catno=11-522-X20030017598

Albert, C., R. Proulx et P. Richard. Chaleur accablante et usage de médicaments : Étude exploratoire en Estrie. *Bulletin d'information en santé environnementale (BISE),* vol. 17, n° 3, p. 5-8, 2006. Consulté le 4 décembre 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/pdf/bulletins/bise/BISE-17-3.pdf

American Water Works Association. *Manual of water supply practices – M48: Waterborne pathogens (1st ed.)* [Guide de pratiques en matière d'approvisionnement en eau – M48 : Agents pathogènes d'origine hydrique (1re éd.)], Denver, 1999.

Association Canadienne de santé publique (ACSP). *Table ronde sur la santé et le changement climatique,* 2001. Consulté le 16 février 2006, à l'adresse http://www.cpha.ca/francais/natprog/rndtable/proceedf.pdf

Association canadienne des automobilistes. *En route vers un environnement et un avenir sains,* 2006. Consulté le 17 janvier 2007, à l'adresse http://www.caa.ca/eco-mobility/francais/pdf/CAA_En_Route.pdf

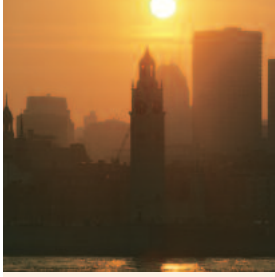
Aubin, B. Inquiets, mais pas encore assez, *L'actualité,* vol. 27, n° 20, p. 38, 2002.

Auger, N. et T. Kosatsky. *Chaleur accablante. Mise à jour de la littérature concernant les impacts de santé publique et proposition de mesures d'adaptation,* Montréal, Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre, 2002.

Auger, P., P. Verger, W. Dab, P. Guerrier, A. Lachance et coll. Sinistres naturels et accidents technologiques, dans M. Gérin, P. Gosselin, S. Cordier, C. Viau, P. Quénel et coll. (dir.), *Environnement et santé publique : Fondements et pratiques,* Montréal et Paris, Édisem et Éditions Tec et Doc, p. 517-535, 2003.

Basu, P. *Third world bears brunt of global warming impacts* [Le Tiers-Monde porte le fardeau des impacts du réchauffement planétaire], 2005. Consulté le 31 août 2006, à l'adresse http://www.news.wisc.edu/11878.html

Beaudreau, P., J.P. Besancenot, C. Caserio-Schönemann, J.C. Cohen, D. Dejour-Salamanca et coll. *Froid et santé : Éléments de synthèse bibliographique et perspectives,* France, Institut national de veille scientifique, 2004. Consulté le 15 mai 2006, à l'adresse http://www.invs.sante.fr/publications/2004/froid_et_sante/rapport_froid_et_sante.pdf



Bédard, Y., P. Gosselin, S. Rivest, M-J. Proulx, M. Nadeau et coll. Integrating GIS components with knowledge discovery technology for environmental health decision support [Intégration des composants du SIG aux technologies de découverte de connaissances à l'appui de la prise de décision en matière de santé environnementale], *International Journal of Medical Informatics,* vol. 70, nº 1, p. 79-94, 2003.

Bélanger, D. et P. Gosselin. *Changements climatiques au Québec méridional : Perceptions de la population générale et suggestions d'adaptations futures,* Québec, Institut national de santé publique du Québec, 2007. Consulté le 15 mars 2007, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?E=p&Theme=8

Bélanger, D., D. Gosselin et G. Lebel. Tendances, initiatives et besoins dans le domaine de la surveillance en protection de la santé, dans *Bilan et perspectives en matière de surveillance en protection de la santé,* Comité d'orientations stratégiques en matière de surveillance (COSMAS), Québec, Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2002.

Bélanger, D., P. Gosselin et P. Poitras. *Changements climatiques au Québec méridional : Perceptions des gestionnaires municipaux et de la santé publique,* Québec, Institut national de santé publique du Québec, 2006a. Consulté le 15 octobre 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?E=p&Theme=8

Bélanger, D., P. Gosselin, P. Valois et B. Abdous. *Vagues de chaleur au Québec méridional : Adaptations actuelles et suggestions d'adaptations futures,* Québec, Institut national de santé publique du Québec, 2006b. Consulté le 15 octobre 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?E=p&Theme=8

Bélanger, D., P. Gosselin, P. Valois et B. Abdous. *Vagues de froid au Québec méridional : Adaptations actuelles et suggestions d'adaptations futures,* Québec, Institut national de santé publique du Québec, 2006c. Consulté le 15 octobre 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?E=p&Theme=8

Bergeron, L., J. Lacroix et G. Vigeant (dir.). *L'étude pancanadienne, tome V, chapitre québécois sur le changement climatique,* Ottawa, Environnement Canada, 1997.

Berkhout, F., J. Hertin et D.M. Gann. *Learning to adapt: Organisational adaptation to climate change impacts* [Apprendre à s'adapter : Adaptation organisationnelle aux impacts des changements climatiques], Tyndall Centre working paper nº 47, Brighton, R.-U., Tyndall Centre for Climate Change Research, 2004.

Bord, R.J. et R.E. O'Connor. The gender gap in environmental attitudes: The case of perceived vulnerability to risk [Écart entre les sexes sur le plan des attitudes environnementales : le cas de la perception de la vulnérabilité par rapport au risque], *Social Science Quarterly,* vol. 78, nº 4, p. 586-593, 1997.

Bouchard, L., J.F. Roy, D. Krewski, L. Lemyre, K. Brand et coll. *Projet 1.2.2 : Analyse de contenu.* Version abrégée du mémoire de maîtrise de J.F. Roy, *L'amplification sociale du risque : Les changements climatiques dans la presse écrite au Canada 1990 – 2004,* 2004, faculté des études supérieures et postdoctorales, département de sociologie, Université d'Ottawa, dans D. Krewski, L. Lemyre, L. Bouchard, K. Brand, C. Dallaire et coll., *Public perception and acceptable levels of health risk among Canadians* [Perception du public et niveaux acceptables des risques pour la santé pour les Canadiens], Ottawa, 2005.

Bouden, M., B. Moulin, P. Gosselin, C. Back, B. Doyon et coll. *La géo-simulation de l'infection au virus du Nil occidental en fonction du climat : Un outil de gestion du risque en santé publique,* rapport préparé pour la conférence du C-CIARN, S'adapter aux changements climatiques au Canada en 2005 : Comprendre les risques et renforcer nos capacités, Montréal, 2005. Consulté le 13 juin 2006, à l'adresse http://www.adaptation2005.ca/posters/bouden_f.html

Bureau du vérificateur général du Canada. *Point de vue de la commissaire,* rapport du Commissaire à l'environnement et au développement durable, 2006. Consulté le 15 janvier 2008, à l'adresse http://www.oag-bvg.gc.ca/domino/rapports.nsf/html/c20060900cf.html/$file/c20060900cf.pdf

Cassel, C.K. Medical responsibility and global environmental change [Responsabilité médicale et changement global de l'environnement], *Annals of Internal Medicine,* vol. 113, nº 6, p. 467-473, 1990.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Extreme heat bibliography* [Bibliographie des épisodes de chaleur intense], 2004. Consulté le 6 février 2006, à l'adresse http://www.bt.cdc.gov/disasters/extremeheat/bibliography.asp

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Heat stress* [Stress thermique], 2006. Consulté le 6 février 2006, à l'adresse http://www.cdc.gov/niosh/topics/heatstress/

Centre de recherche et d'information sur le Canada (CRIC). *Guide éclair, l'eau douce,* s.d.. Consulté le 3 avril 2006, à l'adresse http://www.cric.ca/fr_html/guide/water/eau.html

Centre de Recherche sur l'Opinion Publique (CROP). *Sondage d'opinion sur le protocole de Kyoto,* 2002. Consulté le 19 avril 2006, à l'adresse http://www.cpeq.qc.ca/apropos/SondageKyoto.ppt#304,21

Centre on Global Change and Health. *2006 publications,* 2006. Consulté le 12 février 2006, à l'adresse http://www.lshtm.ac.uk/cgch/publications.html

Chaumont, D. *Développement de scénarios climatiques à des fins de prévision de la demande énergétique au Québec pour les besoins de chauffage et de climatisation,* Consortium Ouranos, 2005. Consulté le 22 août 2006, à l'adresse http://www.ouranos.ca/doc/Rapports%20finaux/Chaumont_energie.pdf#search=%22chaumont%20sc%C3%A9narios%20climatiques%20ouranos%22

Cheng, C.S., M. Campbell, Q. Li, G. Li, H. Auld et coll. *Differential and combined impacts of winter and summer weather and air pollution due to global warming on human mortality in south-central Canada* [Impacts différentiels et combinés des conditions météorologiques en hiver et en été et de la pollution atmosphérique attribuable au réchauffement de la planète sur la mortalité humaine dans le Centre-Sud du Canada], rapport technique présenté à Santé Canada, 2005. Consulté le 4 janvier 2008, à l'adresse http://www.toronto.ca/health/hphe/pdf/weather_air_pollution_impacts.pdf

Chevalier, P., S. Cordier, W. Dab, M. Gérin, P. Gosselin et coll. Santé environnementale, dans *Environnement et santé publique : Fondements et pratiques,* Montréal et Paris, Édisem et Tec & Doc, 2003.

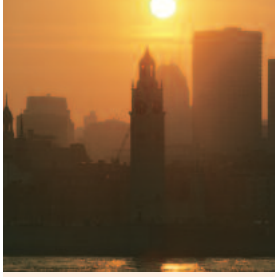
Citoyenneté et Immigration Canada. *Les immigrants récents des régions métropolitaines : Montréal – Un profil comparatif d'après le recensement de 2001,* 2005. Consulté le 17 janvier 2007, à l'adresse http://www.cic.gc.ca/FRANCAIS/recherche-stats/rapports/recensement2001/montreal/partief.html

Commission de la santé et de la sécurité du travail (CSST). *Attention au coup de chaleur,* 2004. Consulté le 27 mars 2006, à l'adresse http://www.csst.qc.ca/NR/rdonlyres/52A95AD2-8BAB-4D1C-B110-2845888A24A9/1454/dc_100_1113_5.pdf

Committee on Climate, Ecosystems, Infectious Diseases, and Human Health. *Under the weather: Exploring the linkages among climate, ecosystems, and infectious disease* [Examinons les liens entre le climat, les écosystèmes et les maladies infectieuses], Board on Atmospheric Sciences and Climate, National Research Council, 2001. Consulté le 28 janvier 2008, à l'adresse http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=10025

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). *De la source au robinet : Guide d'application de l'approche à barrières multiples pour une eau potable saine,* 2004. Consulté le 14 mars 2005, à l'adresse http://www.ccme.ca/assets/pdf/mba_guidance_doc_f.pdf

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). *Fiches d'information sur les contaminants,* 2005. Consulté le 15 avril 2005, à l'adresse www.ccme.ca/sourcetotap/infosheets.fr.html



Core Group. *Behavioral determinants inter-working group meeting at the academy for educational development* [Réunion du groupe d'intégration des déterminants du comportement à l'académie pour le perfectionnement de l'enseignement], 2003. Consulté le 23 février 2006, à l'adresse http://www.coregroup.org/working_groups/Determinants_meeting_rpt0903.pdf

Crawford, E. et T. Williams. *Smog and population health* [Le smog et la santé de la population], Service d'information et de recherche parlementaires, Bibliothèque du Parlement (PRB 05-101E), 2006. Consulté le 19 janvier 2007, à l'adresse http://www.parl.gc.ca/information/library/PRBpubs/prb05101-e.pdf

Croix-Rouge canadienne. *Les noyades et autres traumatismes liés à l'eau au Canada 1991 – 2000,* 2003. Consulté le 29 janvier 2006, à l'adresse http://www.croixrouge.ca/cmslib/general/10drwn_french.pdf

Croley, T.E. *Great Lakes climate change hydrologic assesment, I.J.C. Lake Ontario – St-Lawrence River regulation study* [Évaluation hydrologique des changements climatiques dans la région des Grands Lacs, étude de régulation de la CMI dans la région du lac Ontario-fleuve Saint-Laurent], National Oceanic and Atmospheric Administration technical memorandum GLERL-126, 2003.

Curriero, F.C., J.A. Patz, J.B. Rose et S. Lele. The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948 – 1994 [Lien entre les précipitations abondantes et les éclosions de maladies d'origine hydrique aux États-Unis, 1948 – 1994], *American Journal of Public Health,* vol. 91, p. 1194-1199, 2001.

Del Matto, T., D. Foster, C. Wolnik, J. Kassirer, T. Southam et coll. *Étude de faisabilité d'un programme de sensibilisation et de remplacement des appareils de chauffage résidentiel au bois,* rapport préparé pour le Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2004. Consulté le 8 juin 2006, à l'adresse http://www.ccme.ca/assets/pdf/rwc_final_report_fr.pdf

Deslauriers, J-P. *Recherche qualitative : Guide pratique,* Collection THEMA, Montréal, McGraw-Hill, 1991.

Direction de santé publique (DSP) de Montréal. Chaleur accablante, dans *Prévention en pratique médicale,* 2004. Consulté le 24 mars 2006, à l'adresse http://www.santepub-mtl.qc.ca/Publication/pdfppm/ppmjuin04.pdf

Direction de santé publique (DSP) de Montréal. *Plan montréalais de prévention et protection en cas de chaleur accablante,* 2006. Consulté le 16 juin 2006, à l'adresse http://www.santepub-mtl.qc.ca/Environnement/chaleur/pdf/planchaleur2006.pdf

Direction de santé publique (DSP) de la Montérégie. *Plan d'urgence spécifique « mesures accablantes » (2004), Version préliminaire,* 2004.

Dixsaut, G. Vague de chaleur et climatisation : Revue bibliographique, *Bulletin d'information en santé environnementale (BISE),* vol. 16, nº 3, p. 1-6, 2005. Consulté le 16 juin 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/pdf/bulletins/bise/BISE-16-3.pdf#search=%22dixsaut%20bise%22

Donaldson, G.C., R.S. Kovats, W.R. Keatinge et A. McMichael. Overview of climate change impacts on human health in the U.K. [Aperçu des impacts des changements climatiques sur la santé humaine au Royaume-Uni], dans Expert Group on Climate Change and Health in the U.K. (dir.), *Health effects of climate change in the U.K,* 2001. Consulté le 14 avril 2006, à l'adresse http://www.dh.gov.uk/assetRoot/04/10/80/61/04108061.pdf

Dore, M. et I. Burton. The costs of adaptation to climate change: A critical literature review [Les coûts de l'adaptation aux changements climatiques], dans F. Warren, E. Barrow, R. Schwartz, J. Audrey, B. Mills et coll. (dir.), *Climate change impacts and adaptations: A Canadian perspective,* Ottawa, Ressources naturelles Canada, p. 31, 2004.

Dotto, L. *Public confusion over climate change: The role of the media* [Confusion au sein de la population face aux changements climatiques], Conférence en communications, Session F1, Influence on public understanding of climate change 2, 2000. Consulté le 17 janvier 2007, à l'adresse http://www.fes.uwaterloo.ca/research/climateconference/F1.pdf

Doyon, B., D. Bélanger et P. Gosselin. *Effets du climat sur la mortalité au Québec méridional de 1981 à 1999 et simulations pour des scénarios climatiques futurs,* Québec, Institut national de santé publique du Québec, 2006. Consulté le 29 novembre 2007, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?E=p&Theme=8

Ducas, S. Présentation donnée à la 8e journée annuelle de santé publique, *Montréal au premier plan,* 2004. Consulté le 13 avril 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/jasp/archives/pdf/2004/20041130/02Chaleur/JASP2004-Ducas-Urbanisme.pdf

Earth Institute. *Companies lay out global framework to fight climate change* [Des entreprises établissent des plans de lutte contre les changements climatiques], 2007. Consulté le 27 février 2007, à l'adresse http://www.earth.columbia.edu/news/2007/story02-20-07.php

Eco-Santé. *Eco-Santé Québec,* 2005a. Consulté le 5 mars, 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca

Eco-Santé. *Revenu personnel disponible par habitant,* 2005b. Consulté le 11 septembre 2006, à l'adresse http://www.ecosante.fr/QUEBFRA/120600.html

Éditeur officiel du Québec. *Loi sur les Agences de développement de réseaux locaux de services de santé et de services sociaux,* L.R.Q. (chapitre A-8.1), 2005a. Consulté le 15 février 2006, à l'adresse http://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/accueil.fr.html

Éditeur officiel du Québec. Politique de protection des rives, du littoral et des plaines inondables. *Gazette officielle du Québec,* vol. 137, no 22, p. 2180-2191, 2005b.

Éditeur officiel du Québec. *Code municipal du Québec,* 2006a. Consulté le 11 avril 2006, à l'adresse http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/C_27_1/C27_1-A.htm

Éditeur officiel du Québec. *Loi sur la qualité de l'environnement,* 2006b. Consulté le 11 avril 2006, à l'adresse http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/Q_2/Q2A.htm

Éditeur officiel du Québec. *Loi sur la santé publique,* 2006c. Consulté le 11 avril 2006, à l'adresse http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/S_2_2/S2_2-A.htm

Energy Information Administration. *Norway: Environmental issues* [Norvège : Les questions environnementales], 2002. Consulté le 5 avril 2006, à l'adresse http://www.eia.doe.gov/emeu/cabs/norenv.html

Environnement Canada. *La nouvelle formule de mesure du refroidissement éolien,* 2001. Consulté le 26 juin 2006, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/science/sandenov01/article2_f.html

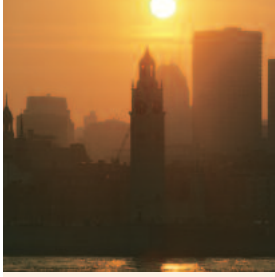
Environnement Canada. *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : Perspective canadienne – Les ressources en eau,* Ressources Naturelles Canada, 2002.

Environnement Canada. *Archives climatiques nationales,* 2005a. Consulté le 4 mars 2006, à l'adresse http://climate.weatheroffice.ec.gc.ca

Environnement Canada. *La science des changements climatiques,* 2005b. Consulté le 3 avril 2006, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/climate/overview_science-f.html

Environnement Canada. *Fiche d'information : Programme info-smog hivernal,* 2006a. Consulté le 8 juin 2006, à l'adresse http://lavoieverte.qc.ec.gc.ca/atmos/dispersion/main_f.html

Environnement Canada. *7,2 millions de Québécois maintenant desservis à l'année par info-smog,* 2006b. Consulté le 11 juillet 2006, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/press/2006/060517_n_f.htm



Erlandson, D.A., E.L. Harris, B.L. Skipper et S.D. Allen. *Doing naturalistic inquiry. A guide to methods* [Guide sur les méthodes d'enquête naturaliste], Newbury Park, CA, Sage Publications, 1993.

Fagherazzi, L., R. Guay et T. Sassi. *Climate change analysis of the Ottawa river system* [Analyse des changements climatiques dans le réseau de la rivière des Outaouais], rapport présenté à la Commission mixte internationale – Étude sur la régulation des débits dans le Lac Ontario-Fleuve Saint Laurent, 2005.

Fédération canadienne des municipalités. (2002). *Final report on FCM (Federation of Canadian Municipalities) municipal infrastructure risk project: Adapting to climate change* [Rapport final sur le Projet d'évaluation des risques liés aux infrastructures municipales de la Fédération canadienne des municipalités : adaptation au changement climatique], 2002. Consulté le 16 février 2006, à l'adresse http://adaptation.nrcan.gc.ca/app/filerepository/BF7416415FCF45F4A6146DE5B6D1EF97.pdf

Fédération canadienne des municipalités. *Les fonds municipaux verts,* 2006. Consulté le 15 janvier 2006, à l'adresse http://www.fcm.ca/french/gmf_f/gmf-f.html

Filion, P. et J.J. Lauzier. *L'énergie au Québec, édition 2002,* 2002. Consulté le 14 avril 2006, à l'adresse http://www.mrn.gouv.qc.ca/publications/energie/energie/energie-au-quebec-2002.pdf

Fishbein, M., H.C. Triandis, F.H. Kanfer, M. Becker, S.E. Middlestadt et coll. Factors influencing behavior and behavior change [Facteurs influant sur les comportements et les changements de comportements], dans M. Fishbein, H.C. Triandis, F.H. Kanfer, M. Becker, S.E. Middlestadt et coll. (dir.), *Handbook of health psychology,* New Jersey, Laurence Earlbaum Associates, 2001.

Gachon, P. et Y. Dibike. *La méthode de mise à l'échelle statistique utilisée pour la construction de scénarios de changements climatiques,* Rapport interne non publié, Montréal, Consortium Ouranos, 2006.

Gachon, P., A. St-Hilaire, T. Ouarda, V-T-V. Nguyen, C. Lin et coll. *A first evaluation of the strengths and weaknesses of statistical downscaling methods for simulating extremes over various regions of Eastern Canada* [Première évaluation des forces et des faiblesses des méthodes statistiques de mise à l'échelle pour la simulation des phénomènes extrêmes dans diverses régions de l'Est du Canada], sous-groupe, Fonds d'action pour le changement climatique (FACC), Rapport final, Montréal, Environnement Canada, 2005.

Garneau, M., J. Milton, G. Vigeant, L. Drouin, Y., Bonvalot et coll. *Hausse des concentrations polliniques causée par le changement climatique et ses conséquences potentielles sur les maladies respiratoires des populations vulnérables en milieu urbain,* Université du Québec à Montréal (UQAM) et le Consortium Ouranos, projet du FACC, 2005. Consulté le 21 août 2005, à l'adresse http://www.ouranos.ca/doc/ia/MGarneau.pdf

Gelbspan, R. *The mismatch between the cultures of journalism and science* [L'asymétrie entre les cultures journalistique et scientifique], Conférence en communications, Session F1, Influence on public understanding of climate change 2, 2000. Consulté le 17 janvier 2007, à l'adresse http://www.fes.uwaterloo.ca/research/climateconference/F1.pdf

Giani, A., D.F. Bird, Y.T. Prairie et J. Lawrence. Empirical study of cyanobacterial toxicity along a trophic gradient of lakes [Étude empirique de la toxicité de la cyanobactérie le long d'un gradient trophique de lac], *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences,* vol. 62, nº 9, p. 2100-2109, 2005.

Gibbs, G. *Qualitative data analysis: Exploration with NVivo* [Analyse de données quantitatives à l'aide de NVivo], Buckingham, Philadelphia, Open University, 2002.

Giguère, M. *Les impacts des vagues de chaleur et de l'effet d'îlot thermique urbain sur la santé : Examen des initiatives d'adaptation actuelles au Québec,* essai présenté au Centre universitaire de formation en environnement, Sherbrooke, Université de Sherbrooke, 2005.

Giguère, M. et P. Gosselin. *Eau et santé : Examen des initiatives actuelles d'adaptation aux changements climatiques au Québec,* 2006a. Consulté le 15 octobre 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?E=p&Theme=8

Giguère, M. et P. Gosselin. *Événements climatiques extrêmes et santé : Examen des initiatives actuelles d'adaptation aux changements climatiques au Québec,* 2006b. Consulté le 15 octobre 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?E=p&Theme=8

Giguère, M. et P. Gosselin. *Maladies zoonotiques et à transmission vectorielle : Examen des initiatives actuelles d'adaptation aux changements climatiques au Québec,* 2006c. Consulté le 15 octobre 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?E=p&Theme=8

Giguère, M. et P. Gosselin. *Vagues de chaleur, effet d'îlot thermique urbain et santé : Examen des initiatives actuelles d'adaptation aux changements climatiques au Québec,* 2006d. Consulté le 15 octobre 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?E=p&Theme=8

Gordon, C., C. Cooper, C.A. Senior, H. Banks, J.M. Gregory et coll. The simulation of SST, sea ice extents and ocean heat transports in a version of the Hadley Centre coupled model without flux adjustments [Simulation du NMM, des étendues de glace de mer et du transport de la chaleur par l'océan dans une version de modèle couplé du Hadley Centre sans l'ajustement des flux], *Climate Dynamics,* vol. 16, p. 147-168, 2000.

Gosselin, P. *Un premier outil web interactif pour mieux comprendre les vulnérabilités de santé liées au climat,* projet GEOIDE et INSPQ, Santé Canada et le Consortium Ouranos, 2005. Consulté le 19 septembre 2006, à l'adresse http://www.ouranos.ca/programmation/atlas_f.html

Gosselin, P. et J. Grondin, *Changing behaviours in a time of climate change: Social science perspectives on the health impact assessment of climate change and adaptative behaviours* [Modifier les comportements dans une ère de changements climatiques : Le point de vue des sciences sociales sur l'évaluation des impacts sur la santé des changements climatiques et des comportements favorisant une adaptation], Sainte Foy, QC, rapport d'un atelier tenu dans la ville de Québec, au Québec, les 27 et 28 août 2002, 2002.

Gosselin, P., G. Lebel, S. Rivest et M. Douville-Fradet. The integrated system for public health monitoring of West Nile Virus (ISPHM-WNV): A real-time GIS for surveillance and decision-making [Système intégré de surveillance de la santé publique et du virus du Nil occidental (ISPHM-WNV) : Système de données SIG en temps réel pour les besoins de la surveillance et de la prise de décisions], *International Journal of Health Geographics,* vol. 4, n° 21, 2005.

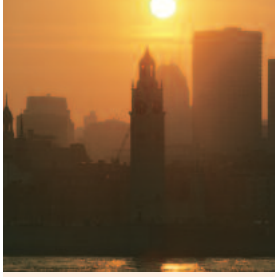
Gouvernement du Canada. *Fonds d'action pour les changements climatiques,* 2005. Consulté le 18 février 2006, à l'adresse http://climatechange.gc.ca/francais/ccaf

Gouvernement du Québec. *Plan d'action québécois 2000 – 2002 sur les changements climatiques,* 2000. Consulté le 16 février 2006, à l'adresse http://www.mrnf.gouv.qc.ca/publications/climatiques/climat.pdf

Gouvernement du Québec. *L'eau. La vie. L'Avenir. Politique nationale de l'eau,* 2002. Consulté le 28 janvier 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/politique/politique-integral.pdf

Gouvernement du Québec. *Le Québec en action contre les changements climatiques,* 2005a. Consulté le 16 février 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/chang-clim/chang-climat.pdf

Gouvernement du Québec. *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme.* R.S.Q.c.A-19.1, 2005b. Consulté le 13 avril 2006, à l'adresse http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/A_19_1/A19_1.html



Gouvernement du Québec. *Cadre de prévention des risques naturels,* 2006a. Consulté le 30 novembre 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/Infuseur/communique.asp?no=1029

Gouvernement du Québec. *Démographie. Le phénomène du vieillissement,* 2006b. Consulté le 27 février 2007, à l'adresse http://www.gouv.qc.ca/portail/quebec/pgs/commun/portrait/demographie?lang=fr#Vieillissement

Gouvernement du Québec. *Le Québec et les changements climatiques : Un défi pour l'avenir. Plan d'action 2006 – 2012,* 2006c. Consulté le 19 juin 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/plan_action/2006-2012_fr.pdf

Gouvernement du Québec. *Politique québécoise du transport collectif,* 2006d. Consulté le 19 septembre 2006, à l'adresse http://www.mtq.gouv.qc.ca/fr/modes/personnes/polit_collectif2006.asp

Gouvernement du Québec. *Portrait du Québec,* 2006e. Consulté le 27 février 2007, à l'adresse http://www.gouv.qc.ca/portail/quebec/pgs/commun/portrait?lang=fr

Green, H., J. Gilbert, R. James et R.W. Byard. An analysis of factors contributing to a series of deaths caused by exposure to high environmental temperatures [Analyse des facteurs contribuant à des mortalités liées à une exposition à des températures ambiantes élevées], *American Journal of Forensic Medicine and Pathology,* vol. 2220, p. 196-199, 2001.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Résumé à l'intention des décideurs, dans S. Solomon, D. Qin, M. Manning, Z. Chen, M. Marquis et coll. (dir.), *Les bases scientifiques physiques du changement climatique. contribution du Groupe de travail I au quatrième rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat,* Cambridge, R.-U, Cambridge University Press, p. 1-18, 2007.

Haines, A., R.S. Kovats, D. Campbell-Lendrum et C. Corvalan. Climate change and human health: Impacts, vulnerability and public health [Changement climatique et santé humaine : Impacts, vulnérabilité et santé publique], *The Lancet,* vol. 367, nº 9528, p. 2101-2109, 2006.

Harju, E-L. Cold and warmth perception mapped for aged, gender, and body area [Cartographie de la perception du froid et de la chaleur par âge, sexe et zone corporelle], *Somatosensory & Motor Research,* vol. 19, nº 1, p. 61-75, 2002.

Hill, D., V. White, R. Marks, T. Theobald, R. Borland et coll. Melanoma prevention: Behavioral and nonbehavioral factors in sunburn among an Australian urban population [Prévention de mélanomes : Facteurs comportementaux et non comportementaux dans les coups de soleil chez une population urbaine en Australie], *Preventive Medicine,* vol. 21, nº 5, p. 654-669, 1992.

House, J. et V. Brovkin. Climate and air quality [Climat et qualité de l'air], dans R. Hassan, H. Scholes et N. Ash (dir.), *Ecosystems and human well-being. Volume 1: Current states and trends,* Washington, Island Press, 2005.

Huberman, A.M. et M.B. Miles. *Analyse des données qualitatives : Recueil de nouvelles methodes,* Bruxelles, De Boeck-Wesmael, 1991.

Hydro-Québec. *Bien servir nos clients : Répondre aux besoins particuliers,* 2006a. Consulté le 25 mai 2006, à l'adresse http://www.hydroquebec.com/developpementdurable/societe/servir_clients_rep.html

Hydro-Québec. *Rapport annuel 2005: Des femmes et des hommes d'énergie,* 2006b. Consulté le 28 février 2007, à l'adresse http://www.hydroquebec.com/publications/fr/rapport_annuel/2005/pdf/hydro2005fr_complet.pdf

Hydro-Québec. *Subvention ÉnerGuide pour les maisons,* 2006c. Consulté le 8 juin 2006, à l'adresse http://www.hydroquebec.com/residentiel/mieuxconsommer/energuide.html

Institut canadien d'information sur la santé (ICIS). *Dépenses totales projetées de santé par affectation de fonds, Canada, 2005,* 2005. Consulté le 15 avril 2006, à l'adresse http://www.cihi.ca/cihiweb/dispPage.jsp?cw_page=statistics_results_topic_macrospend_f&cw_topic=D,penses%20de%20sant,&cw_subtopic=Macro-d,penses

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Perspectives démographiques du Québec 1996 – 2041, régions administratives, régions métropolitaines et municipalités régionales de comté, édition 2000, Québec,* 2000. Consulté le 29 août 2006, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/persp_poplt/index.htm

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Enquête québécoise sur les limitations d'activités, 1998,* 2001. Consulté le 17 janvier 2006, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/publications/sante/enq-qla_pdf.htm

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Perspectives de la population. Édition 2003 basée sur 2001 : Six nouveaux scénarios,* 2003a. Consulté le 29 août 2006, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/persp_poplt/index.htm

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Perspectives démographiques, Québec et régions, 2001 – 2051, édition 2003,* 2003b. Consulté le 21 août 2006, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/demographie/persp_poplt/pers2001-2051/index.htm

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Population et occupation du territoire, régions administratives de Montréal et de Laval, 2001,* 2005a. Consulté le 10 mars 2006, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/recens2001_06/population06/occupter06.htm

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Recensement de la population 2001 : Le Québec,* 2005b. Consulté le 27 janvier 2005, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/lequebec/quebec_index.htm#population

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Comparaisons interprovinciales. La production, tableau 4.1,* 2006a. Consulté le 5 avril 2006, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm_finnc/conjn_econm/TSC/pdf/chap4.pdf

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Comparaisons interprovinciales. Les revenus, tableau 5.2,* 2006b. Consulté le 5 avril 2006, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/econm_finnc/conjn_econm/TSC/pdf/chap5.pdf

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Coup d'œil sur les régions,* 2006c. Consulté le 18 juin 2006, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/regions/profils/region_00/region_00_an.htm

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Le Québec chiffres en main,* 2006d. Consulté le 5 avril 2006, à l'adresse http://stat.gouv.qc.ca/publications/referenc/pdf2006/QCM2006fr06_03.pdf

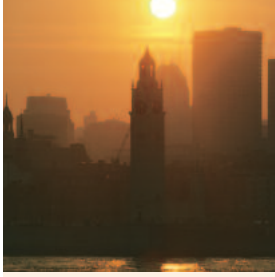
Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Proportion des ménages qui disposent de certaines composantes de l'équipement ménager et d'une maison de campagne, Québec, Ontario et Canada, 1972 – 2003,* 2006e. Consulté le 11 janvier 2006, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/famls_mengs_niv_vie/patrm_equip/4equip.htm

Institut de la statistique du Québec (ISQ). *Proportion des ménages qui disposent de certaines composantes de l'équipement ménager, selon la tranche de revenu, Québec, 2004,* 2006f. Consulté le 11 janvier 2006, à l'adresse http://www.stat.gouv.qc.ca/donstat/societe/famls_mengs_niv_vie/patrm_equip/5equip_repar.htm

Institut de veille sanitaire (InVS). *Impact sanitaire de la vague de chaleur en France survenue en août 2003. Rapport d'étape,* 2003a. Consulté le 12 avril 2004, à l'adresse http://www.invs.sante.fr/publications/2003/chaleur-aout_2003/index.html

Institut de veille sanitaire (InVS). *Vague de chaleur et santé : Revue bibliographique,* 2003b. Consulté le 12 avril 2004, à l'adresse http://www.invs.sante.fr/beh/2003/45_46/index.htm

Institut de veille sanitaire (InVS). *Étude des facteurs de risque de décès des personnes âgées résidant à domicile durant la vague de chaleur d'août 2003,* 2004a. Consulté le 12 janvier 2006, à l'adresse http://www.invs.sante.fr/publications/2004/chaleur2003_170904



Institut de veille sanitaire (InVS). *Système d'alerte canicule et santé 2004 (SACS 2004). Rapport opérationnel,* 2004b. Consulté le 12 janvier 2006, à l'adresse http://www.invs.sante.fr/publications/2004/syst-alerte_canicule/index.html

Institut de veille sanitaire (InVS). *Chaleur et santé,* 2006. Consulté le 6 février 2006, à l'adresse http://www.invs.sante.fr/surveillance/canicule/default.htm

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). *Changements climatiques et développement durable,* 2006a. Consulté le 29 mars 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/domaines/indp. ex.asp?Dom=50&Axe=55

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). *Infocentre de santé publique,* 2006b. Consulté le 11 avril 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/domaines/indp. ex.asp?Dom=surv&Axe=103

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). *Portrait de santé du Québec et de ses régions 2006, Les analyses (section 1.4),* Les publications du Québec, 2006c. Consulté le 4 décembre 2006, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/portrait_de_sante.asp?E=p

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). *Portrait de santé du Québec et de ses régions 2006, Les statistiques,* 2006d. Consulté le 21 janvier 2007, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/545-PortraitSante2006_Statistiques.pdf

Institut national du cancer du Canada. *Statistiques canadiennes sur le cancer 2005,* Toronto, Société canadienne du cancer et Institut national du cancer du Canada, 2005.

Ippersiel, M.F. et J.F. Morissette *L'innovation dans les municipalités : Perceptions des acteurs et défis,* 2004. Consulté le 22 avril 2006, à l'adresse http://sbisrvntweb.uqac.ca/archivage/18046447.pdf

Isuma Canadian Journal of Policy Research. *Changement climatique,* 2001. Consulté le 16 février 2006, à l'adresse http://www.isuma.net/v02n04/index_f.shtml

Jacques, L. et T. Kosatsky. Commentaires faisant suite à la parution de l'article Vague de chaleur et climatisation de Gilles Dixsaut, *Bulletin d'information en santé environnementale (BISE),* vol. 16, nº 4, p. 5-7, 2005.

Judek, S., B. Jessiman, D. Stieb et R. Vet. *Estimation de la surmortalité causée par la pollution atmosphérique au Canada,* 2005. Consulté le 19 janvier 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/media/nr-cp/2005/2005_32bk2_f.html

Kalkstein, L.S. et J.S. Greene. An evaluation of climate/mortality relationships in large U.S. cities and the possible impacts of climate change [Évaluation des liens entre le climat et la mortalité dans des grandes villes américaines et répercussions possibles des changements climatiques], *Environmental Health Perspectives,* vol. 105, nº 1, p. 84-93, 1997.

Kalkstein, L.S. et K.E. Smoyer. *The impact of climate on Canadian mortality: Present relationships and future scenarios* [Incidence du climat sur la mortalité au Canada : Liens actuels et scénarios futurs], Rapport nº 93-7, manuscrit non publié, Ottawa, Environnement Canada et Centre climatologique canadien, 1993.

Keatinge, W.R. et G.C. Donaldson. Heat acclimatization and sunshine cause false indications of mortality due to ozone [L'acclimatation à la chaleur et le soleil donnent de fausses indications sur la mortalité due à l'ozone], *Environmental Research,* vol. 100, p. 387-393, 2006.

Kempton, W. Will public environmental concern lead to action on global warming? [Les préoccupations environnementales de la population inciteront-elles à agir face au réchauffement planétaire?], *Annual Review of Energy and the Environment,* vol. 18, p. 217-245, 1993.

Klaassen, J., S. Cheng, H. Auld, Q. Li, E. Ros et coll. *Évaluation des risques de forte tempête de verglas pour le centre-sud du Canada,* 2003. Consulté le 22 janvier 2007, à l'adresse http://ww3.psepc.gc.ca/research/resactivites/natHaz/EC-MSC_2002D002_FRE.pdf

Klinenberg, E. *A social autopsy of disaster in Chicago: Heat wave* [Autopsie sociale d'une catastrophe à Chicago : Vague de chaleur], Chicago, The University of Chicago Press, 2002.

Kunst, A.E., W.N. Caspar, W.N. Looman et J.P. Mackenbach. Outdoor air temperature and mortality in the Netherlands: A time-series analysis [Analyse de séries chronologiques : La température de l'air extérieur et la mortalité au Pays-Bas], *American Journal of Epidemiology,* vol. 137, p. 331-341, 1993.

Lafrance, G. et C. Desjarlais. *Impact socio-économique du changement climatique : La demande d'énergie,* 2006. Consulté le 5 février 2007, à l'adresse http://www.ouranos.ca/doc/Rapports%20finaux/Lafrance.pdf

Lajoie, P., G. Dagenais, P. Ernst et F. Neukirch. Systèmes respiratoire et cardio-vasculaire, dans *Environnement et santé publique : Fondements et pratiques,* Paris et Montréal, TEC & DOC et Edisem, 2003.

Last, J.M. et Q.P. Chiotti. Climate change and health [Les changements climatiques et la santé], *Isuma Canadian Journal of Policy Research,* vol. 2, p. 66-74, 2001.

Laverdière, J. *Portrait de la pauvreté sur le territoire du CLSC-CHSLD Basse-Ville-Limoilou-Vanier : Étude de la vulnérabilité socio-économique des quartiers et des secteurs de dénombrement,* Québec, CLSC-CHSLD Basse-Ville-Limoilou-Vanier, 2001.

Léger Marketing. Sondage Greenpeace-Équiterre, 2006. Consulté le 5 avril 2006, à l'adresse http://www.greenpeace.ca/f/archives.php

Leiss, W., H. Dowlatabadi et G. Paoli. *Qui a peur des changements climatiques? Guide à l'usage des perplexes,* 2001. Consulté le 30 janvier 2006, à l'adresse http://www.isuma.net/v02n04/leiss/leiss_f.pdf

Leloup, X. *Conditions de logement des ménages immigrants au Québec : Une réalité contrastée,* 2005. Consulté le 17 janvier 2007, à l'adresse http://www.habitation.gouv.qc.ca/publications/M18366.pdf

MacCracken, M., E. Barron, D. Easterling, B. Felzer et T. Karl. *Scenarios for climate variability and change* [Scénarios des changements et de la variabilité du climat], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2001.

Magnuson, J.J., K.E. Webster, R.A. Assel, C.J. Bowser, P.J. Dillon et coll. Potential effects of climate changes on aquatic ecosystems: Laurentian Great Lakes and Precambrian Shield Region [Effets potentiels des changements climatiques sur les écosystèmes aquatiques : Région des Grands Lacs laurentiens et du bouclier précambrien], dans C.E. Cushing (dir.), *Freshwater ecosystems and climate change in North America: A regional assessment,* New York, John Wiley et Sons, 1997.

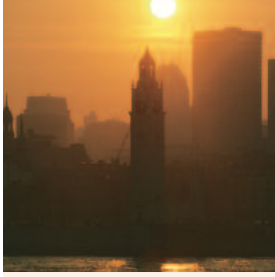
Mailhot, A., G. Rivard, S. Duchesne et J.P. Villeneuve. *Impacts et adaptations liés aux changements climatiques (CC) en matière de drainage urbain au Québec,* rapport nº R-874, 2007. Consulté le 5 février 2007, à l'adresse http://www.ouranos.ca/doc/Rapports%20finaux/Mailhot.pdf

Mäkinen, T.M., T. Pääkkönen, L.A. Palinkas, H. Rintamäki, J. Leppaäluoto et J. Hassi. Seasonal changes in thermal responses of urban residents to cold exposure [Changements saisonniers de la réponse thermique des résidents urbains à une exposition au temps froid], *Comparative Biochemistry and Physiology, Part A,* vol. 139, nº 2, p. 229-238, 2004.

Maltais, D., S. Robichaud et A. Simard. *Sinistres et individus,* Chicoutimi, Québec, Éditions JCL, 2001a.

Maltais, D., S. Robichaud et A. Simard. *Sinistres et intervenants,* Chicoutimi, Québec, Éditions JCL, 2001b.

McCullagh, P. et J.A. Nelder. *Generalized linear models* [Modèles linéaires généralisés], Boca Raton, Chapman et Hall-CRC, 1989.



McGeehin, M.A. et M. Mirabelli. The potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States [Impacts potentiels des changements et de la variabilité du climat sur la morbidité liée à la température aux États-Unis], *Environmental Health Perspectives,* vol. 109, suppl. 2, p. 185-189, 2001.

McMichael, A.J., R.E. Woodruff et S. Hales. Climate change and human health: Present and future risks [Changements climatiques et santé humaine : Risques présents et futurs], *The Lancet,* vol. 367, nº 9513, p. 859-869, 2006.

Menne, B. et K.L. Ebi (dir). *Climate change and adaptation strategies for human health* [Changements climatiques et stratégies d'adaptation sur le plan de la santé humaine], publié au nom du Bureau régional de l'Organisation Mondiale de la Santé pour l'Europe, Allemagne, Steinkopff Verlag Darmstadt, 2006.

Michelozzi, P., F. DeDonato, L. Bisanti, A. Russo, E. Cadum et coll. The impact of the summer 2003 heat waves on mortality in four Italian cities [Les répercussions des vagues de chaleur de 2003 sur la mortalité dans quatre villes de l'Italie], *Eurosurveillance,* vol. 10, nº 7, p. 161-165, 2005.

Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ). *Surveillance de la santé animale,* 2006. Consulté le 28 juin 2006, à l'adresse http://www.mapaq.gouv.qc.ca/Fr/Productions/santeanimale/surveillance

Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). *Politique de la santé et du bien-être,* 1992. Consulté le 30 mars 2006, à l'adresse http://publications.msss.gouv.qc.ca/acrobat/f/documentation/1992/92_713.pdf

Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). *Programme national de santé publique 2003 – 2012,* 2003a. Consulté le 27 mars 2006, à l'adresse http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/document/publication.nsf/cf4a108863ca20ed8525680900713c29/e76533b4f436909a85256c7600697dbf?OpenDocument

Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). *Programme sur les aides à la vie quotidienne et à la vie domestique,* 2003b. Consulté le 12 février 2006, à l'adresse http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/sujets/handicape.nsf/0/5e878d8ba912ed3e85256d8000560fb6/$FILE/AVQ-AVD_guide_de_gestion_oct03_rev-mai04.pdf

Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). *Quand il fait chaud pour mourir,* 2004. Consulté le 28 août 2006, à l'adresse http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/env_chaleur.html#chaleur

Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). *Le système de santé et de services sociaux du Québec,* 2005. Consulté le 28 mars 2006, à l'adresse http://msssa4.msss.gouv.qc.ca/fr/reseau/santebref.nsf/49dd266bd183416e852566e2005c98b6/feaef2d6fb32728c852568eb000bdbd8?OpenDocument

Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). *Plan chaleur accablante, volet santé publique,* 2006a. Consulté le 28 août 2006, à l'adresse http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/pdf/plan-chaleur.pdf

Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). *Smog,* 2006b. Consulté le 27 janvier 2007, à l'adresse http://www.msss.gouv.qc.ca/sujets/santepub/environnement/index.php?smog.

Ministère de la Sécurité publique (MSP). Typologie des risques, document interne, 2004.

Ministère de la Sécurité publique (MSP). *Loi sur la sécurité civile,* 2005. Consulté le 3 avril 2006, à l'adresse http://www.msp.gouv.qc.ca/secivile/secivile.asp?txtSection=loi

Ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR). *Guide d'élaboration d'un plan d'intervention pour le renouvellement des conduites d'eau potable et d'égout : Pour une gestion efficace de l'eau,* 2005a. Consulté le 17 avril 2006, à l'adresse http://www.mamr.gouv.qc.ca/publications/infrastructures/guid_plan_interv.pdf

Ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR). *Guide des bonnes pratiques : La réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'aménagement du territoire,* 2005b. Consulté le 14 avril 2006, à l'adresse http://www.mamr.gouv.qc.ca/publications/amenagement/Guide_bonnes_pratiques.pdf

Ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR). *L'organisation municipale du Québec,* 2005c. Consulté le 16 février 2006, à l'adresse http://www.mamr.gouv.qc.ca/publications/organisation/org_mun_qc_fra.pdf

Ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR). *Loi modifiant diverses dispositions législatives concernant le domaine municipal,* 2006a. Consulté le 11 avril 2006, à l'adresse http://www.mamr.gouv.qc.ca/publications/amenagement/oram_prot_agricole_addenda.pdf

Ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR). *Loi sur l'aménagement et l'urbanisme,* 2006b. Consulté le 11 avril 2006, à l'adresse http://www.mamr.gouv.qc.ca/legislation/legi_lois.asp

Ministère des Affaires municipales et des Régions (MAMR). *Loi sur les compétences municipales,* 2006c. Consulté le 11 avril 2006, à l'adresse http://www.mamr.gouv.qc.ca/publications/legislation/loi_comp_muni.pdf

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). *La politique québécoise de gestion de matières résiduelles 1998 – 2008,* 1998. Consulté le 23 janvier 2007, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/matieres/mat_res/

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). *Bilan de la qualité de l'eau potable au Québec, janvier 1995 – juin 2002,* 2002a. Consulté le 13 avril 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/potable/bilan03/index.htm

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). *Cadre général d'orientation de la future politique sur la gestion de l'eau,* 2002b. Consulté le 31 mars 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/orientation/indp. ex.htm

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). *Politique nationale de l'eau. L'eau, la vie, l'avenir,* 2002c. Consulté le 30 mars 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/politique/

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). *Fleurs d'eau de cyanobactéries,* 2005a. Consulté le 15 février 2005, à l'adresse http://www.menv.gouv.qc.ca/eau/eco_aqua/cyanobacteries/

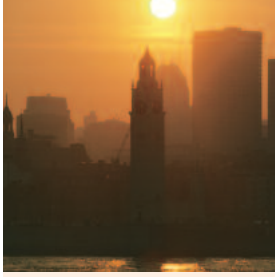
Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). *Publication du Règlement modifiant le Règlement sur la qualité de l'eau potable,* 2005b. Consulté le 30 mars 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/eau/potable/brochure/rqep.htm

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). *Signature de l'Entente sur les ressources en eaux durables du bassin des Grands Lacs et du fleuve Saint-Laurent,* 2005c. Consulté le 30 mars 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/Infuseur/communique.asp?no=921

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). *Le chauffage au bois,* 2006a. Consulté le 15 mai 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/air/chauf_bois/index.htm.

Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP). *Loi sur le développement durable,* 2006b. Consulté le 14 août 2006, à l'adresse http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=5&file=2006C3F.PDF

Ministère du Développement économique, de l'Innovation et de l'Exportation (MDEIE). Le commerce extérieur du Québec, *Le calepin,* édition décembre 2007, 2007. Consulté le 14 janvier 2008, à l'adresse http://www.mdeie.gouv.qc.ca/page/web/portail/exportation/nav/publications.html?&page=details_publication.jsp&iddoc=62167



Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann et coll. *Emissions scenarios* [Scénarios d'émissions], Rapport spécial du Groupe de travail III au Groupe d'experts international sur l'évolution du climat, Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2000.

Nations Unies. R*eport of the Conference of the Parties on its twelfth session, held at Nairobi from November 6-17, 2006,* Part one: Proceedings [*Rapport de la Conférence des Parties sur la douzième session, tenue à Nairobi, du 6 au 17 novembre 2006*], 2007a. Consulté le 27 février 2007, à l'adresse http://unfccc.int/resource/docs/2006/cop12/eng/05.pdf

Nations Unies. UNFCCC *Executive Secretary calls for speedy and decisive international action on climate change* [*Le secrétaire exécutif de la CCNUCC appelle à une action internationale rapide et décisive face aux changements climatiques*], 2007b. Consulté le 27 février 2007, à l'adresse http://unfccc.int/files/press/news_room/press_releases_and_advisories/application/pdf/070202press_rel_paris_en.pdf

Nguyen, T., V. Nguyen et P. Gachon. *Using statistical downscaling model to project local climate change in future under scenarios simulated by Hadcm3: A case study at 20 stations in Quebec province, Canada* [L'utilisation de modèle statistique de réduction d'échelle pour projeter les changements climatiques locaux dans des scénarios issus du Hadcm3 : Étude de cas à 20 stations de la province de Québec, au Canada], rapport préparé par Ouranos, à l'étude, 2005.

O'Brien, K., S. Eriksen, A. Schjolden, et L. Nygaard. *What's in a word? Conflicting interpretations of vulnerability in climate change research* [Qu'est-ce qui se cache derrière un mot? Interprétations conflictuelles de la vulnérabilité dans la recherche sur les changements climatiques], 2004. Consulté le 15 avril 2006, à l'adresse http://www.fishclimate.ca/pdf/OBrien_CICERO_March_2004_Vulnerability.pdf

Ogden, N.H., A. Maarouf, I.K. Barker, M. Bigras-Poulin, L.R. Lindsay et coll. Climate change and the potential for range expansion of the Lyme disease vector *Ixodes scapularis* in Canada [Changements climatiques et expansion possible de l'aire de distribution du vecteur de la maladie de Lyme, *Ixodes scapularis,* au Canada], *International Journal of Parasitology,* vol. 36, n° 1, p. 63-70, 2006.

Oke, T.R. The energetic basis of urban heat island [Base énergétique de l'ilot thermique urbain], *Journal of the Royal Meteorological Society,* vol. 108, n° 455, p. 1-24, 1982.

Ontario Forest Research Institute. *A synopsis of known and potential diseases and parasites associated with climate change* [Synopsis des maladies connues et potentielles et des parasites associés aux changements climatiques], document d'information sur les travaux de recherche en foresterie n° 154. Sault Ste Marie, Ont., 2003.

Ontario Medical Association. Illness costs of air pollution (ICAP) 2005 [Coûts de la pollution atmosphérique 2005], 2005. Consulté le 19 janvier 2007, à l'adresse http://www.oma.org/Health/Smog/report/icap05a.asp

Organisation mondiale de la santé (OMS). *Climate change and human health: Impact and adaptation* [Changements climatiques et santé humaine : Impacts et adaptation], WHO/SDE/OEH00.4, 2000. Consulté le 14 avril 2006, à l'adresse http://whqlibdoc.who.int/hq/2000/WHO SDE OEH 00.4.pdf

Organisation mondiale de la santé (OMS). *Monitoring Health Impacts of Climate Change in Europe: Meeting report* [Surveillance des effets des changements climatiques sur la santé en Europe : rapport de réunion], Londres, Organisation mondiale de la santé, 2001.

Organisation mondiale de la santé (OMS). *Réunion de planification des ministères de la santé : Le changement climatique et la santé,* WHO/SDE/OEH02.4, rapport de réunion, Genève, 2002. Consulté le 14 avril 2006, à l'adresse http://whqlibdoc.who.int/hq/2002/WHO SDE PHE 02.04.pdf

Organisation mondiale de la santé (OMS). *Changement climatique et santé humaine: Risques et mesures à prendre,* 2003. Consulté le 29 janvier 2008, à l'adresse http://www.who.int/globalchange/publications/cchhsummary/en/

Organisation mondiale de la santé (OMS). *Thèmes santé : Catastrophes,* 2005. Consulté le 12 février 2006, à l'adresse http:www.euro.who.int/healthtopics/HT2ndLvlPage?language=French&HTCode=disasters

Organisation mondiale de la santé (OMS) et Agence européenne pour l'environnement. *Children's health and environment: A review of evidence* [Santé des enfants et environnement: revue des données probantes], Genève, Organisation mondiale de la santé, 2002.

Ory, M.G., P.J. Jordan et T. Bazzarre. The behavior change consortium: Setting the stage for a new century of health behaviour change research [Ensemble de changements comportementaux : Ouvrir la voie à un nouveau siècle de recherches sur les changements comportementaux sur le plan de la santé], *Health Education Research,* vol. 175, p. 500-511, 2002.

Ouranos. *S'adapter aux changements climatiques,* 2004. Consulté le 27 mars 2006, à l'adresse http://www.ouranos.ca/cc/changclim9.pdf

Pageau, M., R. Choinière, M. Ferland et Y. Sauvageau. *Le portrait de santé—Le Québec et ses régions,* Québec, Institut national de santé publique du Québec, 2001. Consulté le 17 janvier 2006, à l'adresse http://www.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/accueil.fr.html

Paillé, P. et A. Mucchielli. *L'analyse qualitative en sciences humaines et sociales,* Paris, Armand Colin, 2003.

Patrimoine canadien. *Les langues non officielles,* 2006. Consulté le 5 avril 2006, à l'adresse http://www.pch.gc.ca/progs/lo-ol/pubs/census2001/5_f.cfm

Pattenden, S., B. Nikiforov et B.G. Armstrong. Mortality and temperature in Sofia and London [Mortalité et température à Sofia et Londres], *Journal of Epidemiology and Community Health,* vol. 57, p. 628-633, 2003.

Patton, M.Q. *Qualitative evaluation and research methods* [Évaluation qualitative et méthodes de recherche], Thousand Oaks, CA, Sage Publications, 1990.

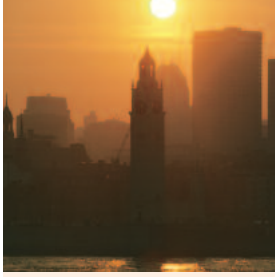
Patz, J.A., D. Campbell-Lendrum, T. Holloway et J.A. Foley. Impact of regional climate change on human health [Effets des changements climatiques régionaux sur la santé humaine], *Nature,* vol. 438, nº 7066, p. 310-317, 2005.

Patz, J.A., M.A. McGeehin, S.M. Bernard, K.L. Ebi, P.R. Epstein et coll. The potential health impacts of climate variability and change for the United States: Executive summary of the report of the health sector of the U.S. national assessment [Les impacts potentiels des changements et de la variabilité du climat aux États-Unis : Sommaire du rapport du secteur de la santé de l'évaluation nationale des É.-U.], *Environmental Health Perspectives,* vol. 108, nº 4, p. 367-376, 2000.

Paulhus, D.L. Measurement and control of response bias [Mesure et contrôle du biais des réactions], dans J.P. Robinson, P.R. Shaver et L.S. Wrightsman (dir.), *Measures of personality and social psychological attitudes,* New York, Academic Press, p. 17-59, 1991.

Phipps, S. *Répercussions de la pauvreté sur la santé : Aperçu de la recherche,* Institut canadien d'information sur la santé (ISPC), 2003. Consulté le 15 juin 2006, à l'adresse http://www.cihi.ca/cihiweb/dispPage.jsp?cw_page=GR_323_F

Presser, S., M.P. Couper, J.T. Lessler, E. Martin, J. Martinet coll. *Methods for testing and evaluating survey questionnaires* [Méthodes d'essai et d'évaluation des questionnaires d'enquête], New Jersey, John Wiley et Sons Inc, 2004.



Prochaska, J.O., J.C. Norcross et C.C. Diclemente. *Changing for good. A revolutionary six-stage program for overcoming bad habits and moving your life positively forward* [Le changement pour le meilleur. Programme révolutionnaire en six étapes visant à se défaire de mauvaises habitudes et à vivre une vie plus positive], New York, Avon Books, 1995.

Quality Systems Registrars. *Qualitative analysis and software services* [Analyse qualitative et services informatiques], 2005. Consulté le 5 décembre 2005, à l'adresse http://www.qsr.com

Quénel, P., W. Dab, B. Festy, C. Viau et D. Zmirou. Qualité de l'air ambiant, dans M.P. Gérin, P. Gosselin, S. Cordier, C. Viau, P. Quénel et coll. (dir.), *Environnement et santé publique : Fondements et pratique,* Canada, Éditions TEC & DOC, 2003.

Rachlinski, J.J. *The psychology of global climate change* [La psychologie des changements climatiques mondiaux], Ithaca, NY, Cornell Law School, 2000. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://env.chass.utoronto.ca/env200y/ESSAY2001/globwarm.pdf

Rainham, D.G.C. et K.E. Smoyer-Tomic. The role of air pollution in the relationship between a heat stress index and human mortality in Toronto [Rôle de la pollution atmosphérique dans la relation entre l'indice de stress thermique et la mortalité à Toronto], *Environmental Research,* vol. 93, p. 9-19, 2003.

Recyc-Québec. *La performance relative à la gestion des matières résiduelles selon les objectifs de 2008,* 2004. Consulté le 31 janvier 2007, à l'adresse http://www.recyc-quebec.gouv.qc.ca/upload/publications/MICI/BILAN2004/Fiche1B.pdf

Régie du bâtiment du Québec. *Loi sur l'économie de l'énergie dans le bâtiment,* 2006. Consulté le 29 janvier 2006, à l'adresse http://www2.publicationsduquebec.gouv.qc.ca/dynamicSearch/telecharge.php?type=2&file=/E_1_1/E1_1.html

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Enquête 1997 sur l'utilisation de l'énergie par les ménages. Les principaux appareils ménagers,* 1997. Consulté le 2 février 2006, à l'adresse http://www.oee.nrcan.gc.ca/Publications/infosource/Pub/energie_consommation/sheu_f/sheu_5.cfm

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Impacts et adaptation liés au changement climatique : Perspective canadienne,* 2002. Consulté le 14 avril 2006, à l'adresse http://adaptation.nrcan.gc.ca/perspective_f.asp

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Action contre la marche au ralenti,* 2006a. Consulté le 8 juin 2006, à l'adresse http://www.oee.nrcan.gc.ca/communautes-gouvernement/ralenti.cfm?attr=16&text=N&printview=N

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Office de l'efficacité énergétique – Secteur résidentiel,* 2006b. Consulté le 29 janvier 2006, à l'adresse http://oee.nrcan.gc.ca/equipment/francais/page125.cfm?attr=4

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Un temps de changement : Les changements climatiques au Québec,* 2006c. Consulté le 17 janvier 2007, à l'adresse http://www.adaptation.nrcan.gc.ca/posters/qc/qc_01_f.php

Rittmaster, R., W.L. Adamowicz, B. Amiro et R.T. Pelletier. Economic analysis of health effects from forest fires [Analyse économique des effets des feux de forêt sur la santé], *Canadian Journal of Forest Research,* vol. 36, nº 4, p. 868-877, 2006.

Rolland, A., D.F. Bird et A. Giani. Effects of environmental factors and composition of cyanobacterial communities on the occurrence of hepatotoxic blooms in four eutrophic Quebec lakes [Effets des facteurs environnementaux et de la composition des communautés de cyanobactéries sur les proliférations hépatotoxiques dans quatre lacs eutrophiques du Québec], *Journal of Plankton Research,* vol. 27, nº 7, p. 683-694, 2005.

Sandalow, D.B. et I.A. Bowles. Climate change: Fundamentals of treaty-making on climate change [Changements climatiques : fondements de l'élaboration d'ententes sur les changements climatiques], *Science,* vol. 292, nº 5523, p. 1839-1840, 2001.

Santé Canada. *Exercice de chaleur accablante,* rapport preparé by DDH Environnement Ltée, rapport # DDH-05-044, 2005.

Santé Canada. *Indice de la qualité de l'air fondé sur des critères liés à la santé,* 2006. Consulté le 27 février 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/out-ext/air_quality_f.html

Sautory, O. *Atelier sur les procédures SAS d'échantillonnage et d'analyse de données d'enquête,* Québec, Colloque francophone sur les sondages, 2005.

Sciences, Technologie, Énergie et Mines Manitoba. *Energy development initiative* [Initiative axée sur le développement énergétique], 2003. Consulté le 5 avril 2006, à l'adresse http://www.gov.mb.ca/est/energy/initiatives/hydro.html

Schwartz, J., C. Spix, G. Touloumi, L. Bacharova, T. Barumamdzadeh et coll. Methodological issues in studies of air pollution and daily counts of deaths or hospital admission [Questions de méthodologie du dénombrement des épisodes de pollution atmosphérique et des morts ou des hospitalisations], *Journal of Epidemiology and Community Health,* vol. 50, p. S3-S11, 1996.

Scottish Executive. *Potential adaptation strategies for climate change in Scotland* [Stratégies d'adaptation potentielles aux changements climatiques en Écosse], 2001. Consulté le 28 août 2006, à l'adresse http://www.scotland.gov.uk/cru/kd01/lightgreen/pascc-00.asp

Semenza, J.C., J.E. McCullough, W.D. Flanders, M.A. McGeehin et J.R. Limpkin. Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago [Nombre élevé d'hospitalisations pendant le mois de juillet 1995 à Chicago], *American Journal of Preventive Medicine,* vol. 164, p. 269-277, 1999.

Société de l'assurance automobile du Québec. *Bilan routier 2005,* 2006. Consulté le 31 août 2006, à l'adresse http://www.saaq.gouv.qc.ca/salle_presse/communiques_2006/20060530a.html

Société d'habitation du Québec (SHQ). *Programmes et services,* 2006. Consulté le 29 mars 2006, à l'adresse http://www.habitation.gouv.qc.ca/programmes/liste_alphabetique.html

Société royale du Canada. *Implications of global change for human health* [Implications des changements mondiaux pour la santé humaine], Rapport final du groupe sur les questions de santé du Programme canadien des changements à l'échelle du globe, 1995.

Solomon, S. et R. Kington. National efforts to promote behavior-change research: Views from the Office of Behavioral and Social Sciences Research [Efforts nationaux de promotion de la recherche sur le changement des comportements : Points de vue du bureau de la recherche sur les comportements et les sciences sociales], *Health Education Research,* vol. 175, p. 495-499, 2002.

Soucy, C. *La réforme de l'organisation municipale au Québec : Bilan et contexte,* 2002. Consulté le 11 avril 2006, à l'adresse http://www.mamr.gouv.qc.ca/publications/obse_muni/ReformeMunicipaleAuQuebec.pdf

Statistique Canada. *L'activité humaine et l'environnement 2000,* 2000. Consulté le 23 mai 2006, à l'adresse http://www.statcan.ca/bsolc/francais/bsolc?catno=11-509-X

Statistique Canada. *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement : Situation et tendances,* 2006. Consulté le 5 mars 2006, à l'adresse http://www.statcan.ca/francais/freepub/16-251-XIF/2005000/findings/air/status f.htm

Stratégie canadienne de lutte contre le cancer. *Axe prioritaire d'intervention : Groupe d'intervention primaire,* 2001. Consulté le 13 avril 2006, à l'adresse http://209.217.127.72/sclcc/ppagpage_fr1.html

Strecher, V., C. Wang, H. Derry, K. Wildenhaus et C. Johnson. Tailored interventions for multiple risk behaviors [Interventions conçues sur mesure pour des comportements à risques multiples], *Health Education Research,* vol. 175, p. 619-626, 2002.

Table de concertation des municipalités. *Processus national sur le changement climatique,* 1998. Consulté le 16 février 2006, à l'adresse http://www.nccp.ca/NCCP/pdf_f/mun_found.pdf

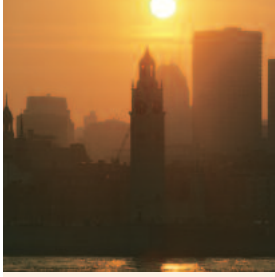


Table de concertation des municipalités. *Rapport sur les options de la Table des municipalités,* 1999. Consulté le 16 février 2006, à l'adresse http://www.nccp.ca/html_f/tables/pdf/options/MT_OR_fr-12-1999.pdf

Tardif, I., C. Bellerose et E. Masson. Environnements et santé : Le point de vue des Montérégiens, *Bulletin d'information en santé environnementale (BISE),* vol. 17, nº 6, Institut national de santé publique du Québec, 2006. Consulté le 14 février 2007, à l'adresse http://www.inspq.qc.ca/pdf/bulletins/bise/BISE-17-6.pdf

Tebourbi, N. *L'apprentissage organisationnel : Penser l'organisation comme processus de gestion des connaissances et de développement des théories d'usage,* Note de recherche de la Chaire Bell en Technologies et organisation du travail, sous la direction de D.G. Tremblay, Télé-Université, Université du Québec, 2000.

Télasco, A. *La problématique et les interventions relatives au chauffage résidentiel au bois,* 2004. Consulté le 15 juin 2006, à l'adresse http://www.apcas.qc.ca/2004052710h30Telasco.ppt

Thomas, M.K., D.F. Charron, D. Waltner-Toews, C. Schuster, A.R. Maarouf et coll. A role of high impact weather events in waterborne disease outbreaks in Canada, 1975 – 2001 [Rôle des phénomènes météorologiques à fortes répercussions dans les éclosions de maladies d'origine hydrique au Canada, 1975 – 2001], *International Journal of Environmental Health Research,* vol. 16, p. 167-180, 2006.

Thompson, S.K. Sample size for estimating multinomial proportions [Taille d'échantillonnage pour l'estimation des proportions multinomiales], *The American Statistician,* vol. 411, p. 42-46, 1987.

Tremblay, M. *Du refroidissement éolien et du facteur humidex (Le ridicule a une température),* 2003. Consulté le 12 juin 2006, à l'adresse http://ptaff.ca/humidex/

Triandis, H.C. Values, attitudes, and interpersonal behavior [Valeurs, attitudes et comportements interpersonnels], dans *Nebraska Symposium on Motivation,* London, University of Nebraska Press, 1979.

Union des municipalités du Québec (UMQ). *La municipalité, maître d'œuvre de son développement et de son avenir,* Rapport annuel 2005, Montréal, 2006. Consulté le 4 décembre 2006, à l'adresse http://www.umq.qc.ca/publications/rapport_annuel/_pdf/Version%20finale.pdf

United Kingdom Department for Environment, Food and Rural Affairs (U.K. DEFRA). *Consultation on draft AQEG report. Air quality and climate change: A U.K. perspective* [Consultation sur l'ébauche de rapport sur la qualité de l'air et les changements climatiques dans la perspective du R.-U.], 2005. Consulté le 31 mars 2006, à l'adresse http://www.defra.gov.uk/corporate/consult/airqual-climatechange/chapter4.pdf

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA). *Wood stoves certification.* [Certification des poêles à bois], 1988. Consulté le 25 juin 2006, à l'adresse http://www.epa.gov/Compliance/monitoring/programs/caa/whcert.html

Vadnais, C. *Au frais, en silence,* Protégez-vous, 2005. Consulté le 12 janvier 2006, à l'adresse http://www.protegez-vous.qc.ca/cahiers/statique/cahiers16.html

Van der Pols, J.C., G.M. Williams, R.E. Neale, A. Clavarino et A.C. Green. Long-term increase in sunscreen use in an Australian community after a skin cancer prevention trial [Augmentation à long terme de l'utilisation d'écrans solaires dans une collectivité de l'Australie suite à un projet expérimental de prévention du cancer de la peau], 2005. Consulté le 26 janvier 2006, à l'adresse http://www.ncbi.nlm.nih.gov/entrez/query.fcgi?cmd=Retrieve&db=pubmed&dopt=Abstract&list_uids=16325898&query_hl=4&itool=pubmed_docsum

Vescovi, L. The state of Canada's water [L'état de l'eau en Canada], dans A.K. Biswas (dir.), *Water resources of North America,* Centre for Water Management, Mexico City, Springer Verlag, 2003.

Ville de Montréal. *Le plan stratégique de développement durable de Montréal,* 2005. Consulté le 13 avril 2006, à l'adresse http://www2.ville.montreal.qc.ca/cmsprod/fr/developpement_durable/plan_strategique

Ville de Québec. *Plan de réduction des gaz à effet de serre,* 2004. Consulté le 4 décembre 2006, à l'adresse http://www.ville.quebec.qc.ca/fr/document/gesplanaction.pdf

Ville de Québec. *Québec prend le virage,* 2006. Consulté le 4 décembre 2006, à l'adresse http://www.ville.quebec.qc.ca/fr/ma_ville/ville_action/ecologie.shtml

Villemaire, M. Les compteurs d'eau domestique, la goutte qui fait déborder le vase : Entrevue avec François Patenaude, chercheur à la Chaire d'études socio-économiques de l'UQAM, *Changements,* vol. 7, n° 2, 1998. Consulté le 24 janvier 2007, à l'adresse http://www.consommateur.qc.ca/union/133.htm

Villeneuve, C. et F. Richard. *Vivre les changements climatiques : L'effet de serre expliqué,* Sainte-Foy, Éditions MultiMondes, 2001.

Warren, F., E. Barrow, R. Schwartz, J. Audrey, B. Mills et coll. *Impacts et adaptations liés aux changements climatiques : Perspective canadienne,* Ottawa, Ressources naturelles Canada, 2004.

Wilkinson, P., M. Landon, B. Armstrong, S. Stevenson, S. Pattenden et coll. *Cold comfort: The social and environmental determinants of excess winter death in England, 1986 – 96.* [Supporter le froid : les déterminants sociaux et environnementaux de la mortalité due aux rigueurs hivernales excessives], Bristol, R.-U., The Policy Press, 2001.

Wittrock, V., E.E. Wheaton et C.R. Beaulieu. *Adaptability of prairie cities: The role of climate. Current and future impacts and adaptation strategies* [Adaptabilité des villes des prairies : le rôle du climat. Effets actuels et à venir et stratégies d'adaptation], 2001. Consulté le 21 février 2006, à l'adresse http://www.parc.ca/pdf/research_publications/communities6.pdf

Yagouti, A., G. Boulet et L. Vescovi. *L'évolution des températures au Québec méridional entre 1960 et 2003,* 2006. Consulté le 12 janvier 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/chang-clim/meridional/resume.htm

Chapitre 7

Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien

Courtoisie de Peter Langer

Christopher Furgal

Collaborateurs :
Mark Buell
Laurie Chan
Victoria Edge
Daniel Martin
Nicholas Odgen

Chapitre 7

TABLE DES MATIÈRES

7.1 Introduction 347

7.1.1 Les changements climatiques et le Nord canadien 348

7.1.2 Thème du chapitre 352

7.1.3 Méthodes 353

7.2 Données démographiques, santé, bien-être et conditions socio-économiques dans le Nord 354

7.2.1 Données démographiques 354

7.2.2 Densité de la population 358

7.2.3 Populations autochtones 358

7.2.4 État de santé 359

7.2.5 Conditions socio-économiques 361

7.3 Santé et bien-être : effets des changements climatiques et exposition des populations dans le Nord canadien 365

7.3.1 Effets directs du changement et de la variabilité du climat 365

7.3.1.1 Précipitations extrêmes, risques et dangers naturels 365

7.3.1.2 Difficulté de prévoir les conditions météorologiques 366

7.3.1.3 Blessures et maladies liées aux températures 367

7.3.2 Effets indirects du changement et de la variabilité du climat 367

7.3.2.1 Réchauffement du climat et état des glaces 368

7.3.2.2 Hausse de l'exposition au rayonnement UV 369

7.3.2.3 Maladies nouvelles et émergentes 370

7.3.2.4 Sécurité alimentaire 371

7.3.2.5 Accès à l'eau 375

7.3.2.6 Pergélisol, érosion côtière et infrastructure communautaire 376

7.3.2.7 Bien-être mental, social et culturel 378

7.3.3 Combinaison des facteurs de stress (changements climatiques, culturels et socio-économiques), santé et bien-être 379

7.4 Santé et bien-être dans le Nord : adaptation et capacités d'adaptation 382

7.4.1 Modalités d'adaptation 382

7.4.1.1 Précipitations extrêmes et dangers naturels 385

7.4.1.2 Conditions météorologiques imprévisibles 385

7.4.1.3 Températures extrêmes 386

7.4.1.4 Réchauffement du climat et état des glaces 386

Chapitre 7

7.4.1.5 Hausse de l'exposition au rayonnement UV 387

7.4.1.6 Maladies nouvelles et émergentes 387

7.4.1.7 Risques à la sécurité alimentaire 387

7.4.1.8 Modification de la qualité et de l'accessibilité de l'eau potable 388

7.4.1.9 Répercussions sur l'infrastructure communautaire et de santé publique 389

7.4.2 Capacité d'adaptation 389

7.4.2.1 Ressources économiques et matérielles 389

7.4.2.2 Technologies 390

7.4.2.3 Information et compétences 391

7.4.2.4 Arrangements institutionnels 391

7.4.2.5 Infrastructure de santé communautaire et publique 392

7.4.2.6 Disparités relatives à l'état de santé 392

7.4.2.7 Résilience socioécologique 393

7.4.2.8 Disparités relatives à la capacité d'adaptation 393

7.5 Principales vulnérabilités 394

7.5.1 Précipitations et dangers naturels 394

7.5.2 Conditions météorologiques imprévisibles, état des glaces et risques associés aux déplacements 394

7.5.3 Blessures et maladies liées aux températures 395

7.5.4 Maladies nouvelles et émergentes 395

7.5.5 Moyens de subsistance traditionnels, sécurité alimentaire et accès à l'eau 396

7.5.6 Pergélisol, érosion des côtes et infrastructure communautaire 396

7.6 Principales lacunes sur le plan des connaissances actuelles et conclusions 397

7.6.1 Lacunes sur le plan des connaissances et recommandations de recherche 397

7.6.2 Conclusions 399

7.7 Références 401

7.1 INTRODUCTION

Tout indique que le climat du Nord canadien, comme celui d'autres régions circumpolaires, est en train de changer (Huntington et coll., 2005; McBean et coll., 2005; Ouranos, 2005; Bonsal et Prowse, 2006). Selon l'étude intitulée *Arctic Climate Impact Assessment,* l'ouest et le centre de l'Arctique canadien ont subi un réchauffement général de 2 à 3 °C, particulièrement marqué en hiver, au cours des 30 à 50 dernières années (Weller et coll., 2005). Alors qu'au départ les données faisaient état d'un refroidissement (-1.0 à 5 °C) dans les régions du nord-est pour la période de 1950 à 1998, on rapporte maintenant un récent réchauffement pour ces région (Zhang et coll., 2000). Corroborant les données scientifiques, les habitants des collectivités, les aînés et les chasseurs autochtones[1] déclarent que l'ensemble du Nord s'est réchauffé de manière sensible ces dernières décennies et décrivent les répercussions déjà perceptibles de ces changements (Huntington et coll., 2005; Nickels et coll., 2006). Tant les données scientifiques que le savoir local indiquent que l'évolution du climat s'est traduite par une nette diminution de l'étendue et de l'épaisseur de la glace de mer en hiver dans toutes les eaux de l'Arctique canadien, par la fonte et la déstabilisation du pergélisol, par l'accélération de l'érosion des zones côtières de faible élévation et par une modification de la répartition et du comportement migratoire de certaines espèces sauvages. Les conséquences actuelles et futures sont inquiétantes pour les habitants du Nord. Il est essentiel que les changements climatiques et écosystémiques complexes survenus à ce jour dans les régions nordiques soient mieux compris et qu'ils suscitent un plus vif intérêt de la part des particuliers et des institutions si l'on veut évaluer justement leur incidence sur la santé des groupes comptant parmi les plus vulnérables du Canada et aider à élaborer des stratégies d'adaptation propres à réduire le plus possible les risques sanitaires dans la région (Ford et coll., 2006; Furgal et Séguin, 2006).

Courtoisie de Peter Langer

Une telle Évaluation doit prêter une attention particulière au Nord canadien pour plusieurs raisons. Bien que la population y soit limitée et dispersée, on reconnaît de plus en plus la place occupée par l'Arctique dans les systèmes naturels, politiques et économiques du monde. La production et l'utilisation de contaminants, surtout dans les pays fortement industrialisés, le transport de ces contaminants en direction et à l'intérieur du Nord ainsi que la constatation de leur impact néfaste sur la santé des habitants ont conduit à l'adoption de plusieurs accords internationaux relatifs à l'environnement et la santé, telle la Convention de Stockholm (Downey et Fenge, 2003). Les régions polaires sont importantes pour le reste du Canada et pour la planète entière, car elles régulent le climat; ces vastes terres sauvages, relativement peu touchées par les activités humaines, sont vitales pour une multitude d'espèces migratrices qui présentent une valeur culturelle ou autre et qui constituent des éléments majeurs de la biodiversité mondiale (Chapin et coll., 2005). L'intensification de l'exploration et de l'exploitation minières, l'ampleur des réserves pétrolières et gazières encore intactes et l'importance croissante du développement des sites nordiques sur les marchés internationaux ont accru la place occupée par cette région dans l'économie mondiale. Étant donné le réchauffement du climat,

1 Dans le présent chapitre, le terme « autochtone » renvoie aux populations qui font partie des « Premières Nations », des « Inuits » ou des « Métis » du Canada. Lorsque les résultats des recherches portent sur un de ces groupes en particulier, le texte précise de quelle communauté il s'agit.

qui devrait s'accompagner d'une diminution de l'étendue et de l'épaisseur de la glace de mer et donc faciliter l'accès au passage du Nord-Ouest, il est probable que le Nord canadien fera l'objet d'une attention soutenue et subira prochainement d'autres changements potentiellement marqués et irréversibles.

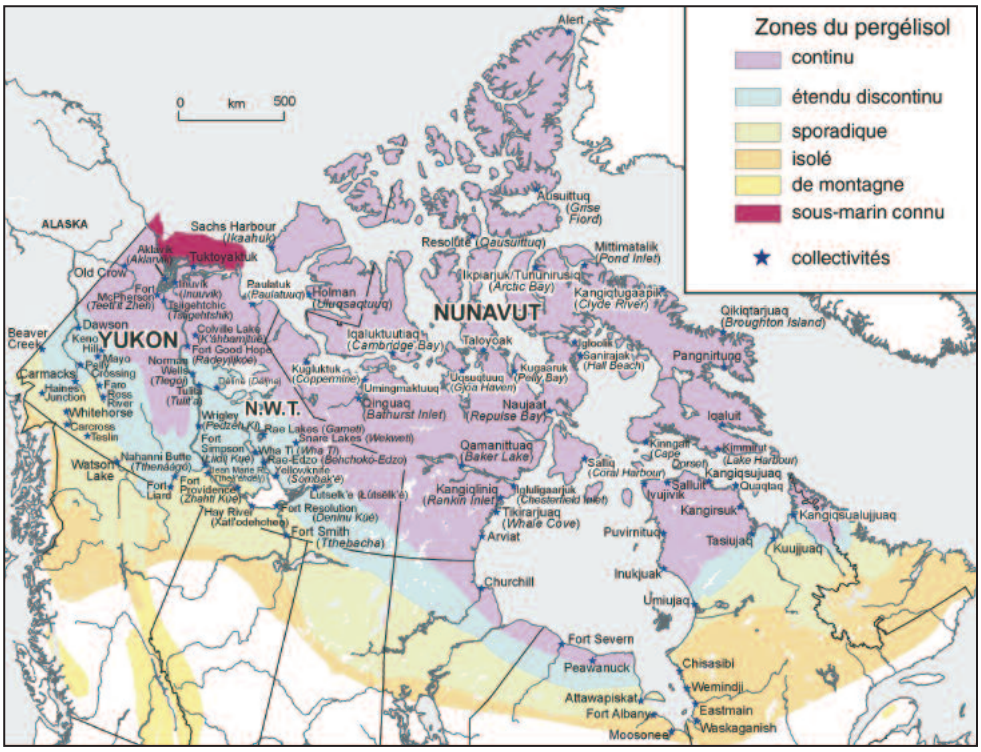
Les pressions accrues auxquelles sont exposées les régions polaires laissent penser que ces dernières approchent des seuils critiques (p. ex., dégel du pergélisol, modification de la végétation), sans que l'on connaisse précisément la nature de ces seuils ni le moment où ils seront atteints. Le dépassement de ces seuils déclenchera sans doute une série de phénomènes dont les effets (positifs et négatifs) sur le bien-être et la santé des populations seront marqués (Chapin et coll., 2005). Dans plusieurs régions, on signale déjà des changements et leurs répercussions, dont beaucoup sont présentés dans ce chapitre et ailleurs (Furgal et Séguin, 2006). Il est fort possible que les populations nordiques et le système de santé publique qui les dessert soient aussi un signe d'avant-garde de ce qui pourrait affecter certaines des populations les plus vulnérables ailleurs au Canada. L'étude des changements en cours et de la manière dont les communautés y font face pourrait fournir de précieuses informations à l'appui de stratégies d'adaptation proactive dans d'autres régions. Enfin, la question des changements climatiques et de la santé dans le Nord est teintée d'un sentiment d'injustice. Les régions arctiques sont les premières touchées par l'évolution rapide du climat et celles où les changements devraient être les plus importants (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), 2001). Elles abritent une bonne partie des peuples autochtones qui sont liés de manière indissociable à leur environnement sur les plans culturel et traditionnel et qui sont, à bien des égards, tributaires du milieu naturel pour leurs moyens de subsistance, leur santé et leur bien-être. Ces régions sont également le théâtre de rapides changements sociaux, culturels, politiques et économiques qui exercent des pressions sur les collectivités et les populations, et ce, de l'extérieur comme de l'intérieur. Les résidents du Nord (et les espaces qu'ils occupent) sont parmi les plus faibles émetteurs, proportionnellement, de gaz à effet de serre (GES) au Canada. Pourtant, ce sont eux, et en particulier les peuples autochtones, qui sont les plus exposés et, peut-être, les plus vulnérables aux effets sur la santé des changements climatiques au Canada.

Les recherches sur les changements climatiques et leur incidence sur la santé dans le Nord canadien, comme dans d'autres régions circumpolaires, n'en sont qu'à leurs débuts (Berner, 2005; Hassi et coll., 2005; Furgal et Séguin, 2006). Les répercussions sur les populations autochtones de l'Arctique suscitent un intérêt particulier depuis peu. Quelques travaux ont été menés, intégrant les connaissances traditionnelles et locales aux évaluations scientifiques de l'impact des changements climatiques et autres dans les collectivités qui sont éloignées et qui évoluent rapidement (Berner et coll., 2005; Huntington et coll., 2005; Furgal et Séguin, 2006). Le présent chapitre évalue le niveau actuel d'exposition des populations aux dangers liés au climat, les répercussions pour la santé et les vulnérabilités, ainsi que la capacité d'adaptation des collectivités face aux effets des changements climatiques pour les populations du Nord.

7.1.1 Les changements climatiques et le Nord canadien

Dans le cadre de cette Évaluation, le « Nord canadien » englobe la partie des trois régions administratives territoriales du Yukon, des Territoires du Nord-Ouest et du Nunavut qui s'étend au nord du 60^{e} parallèle, le Nunavik (Québec arctique, nord du 55^{e} parallèle) et la côte nord du Labrador visée par une entente sur les revendications territoriales du Nunatsiavut. Les deux dernières régions comptent une population autochtone relativement nombreuse et présentent beaucoup de caractéristiques biogéographiques semblables à celles du reste de l'Arctique canadien. L'ensemble compose un vaste territoire qui occupe 60 % environ de la masse terrestre du Canada (figure 7.1), comporte de nombreuses zones écologiques et abrite 112 collectivités de langue et de culture différentes.

Figure 7.1 Collectivités, limites politiques et régions du pergélisol du Nord canadien

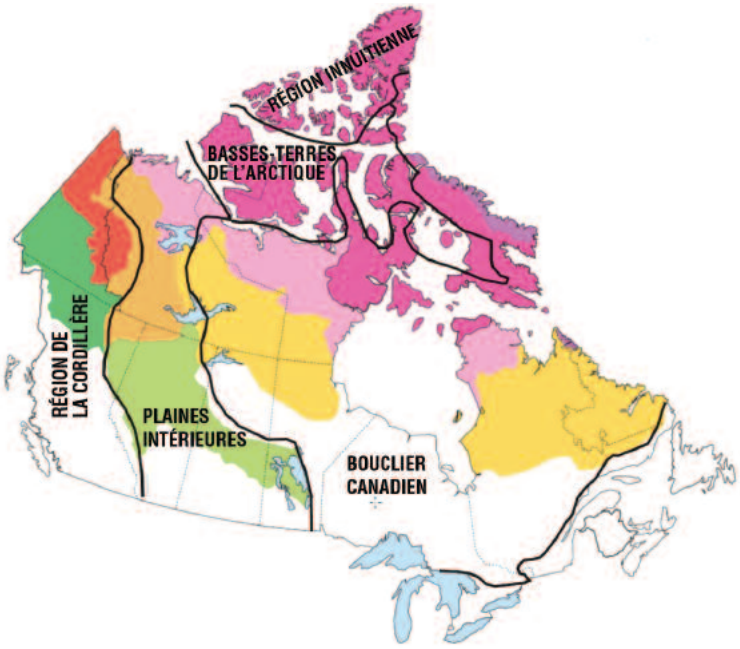


Nota : Ce territoire compte 112 collectivités réparties sur trois territoires et dans la partie septentrionale de deux provinces.

Source : Furgal et Prowse, 2008.

Sur le plan de la géographie physique, le Nord canadien comprend cinq grandes régions : le Bouclier canadien, les Plaines intérieures, les Basses-terres de l'Arctique, la Région de la Cordillère et la Région innuitienne (Fulton, 1989) (figure 7.2). Dans la partie centrale et orientale de l'Arctique, le Bouclier canadien compose un relief vallonné parsemé de roche de surface, de lacs et de cours d'eau, qui s'étend jusqu'aux espaces montagneux situés plus à l'est (p. ex., île de Baffin, Cordillère arctique). Au centre, les Plaines intérieures s'allongent vers l'ouest jusqu'aux zones complexes de la Région de la Cordillère (Cordillère boréale et Taïga de la Cordillère). Des montagnes abruptes et quelques-uns des plus hauts sommets de l'Amérique du Nord caractérisent cette zone (Prowse, 1990; French et Slaymaker, 1993). La Région de la Cordillère, qui sépare l'océan Pacifique du reste du continent, influe sur le mouvement des masses d'air et, par conséquent, sur le climat. Le pergélisol présent sous une bonne partie de ces terres conditionne la mise en place d'éléments d'infrastructure. En outre, la géographie et la géologie ont de tout temps exercé une influence sur le climat et sur la répartition de la faune et de la flore, des ressources naturelles (p. ex., minéraux) ainsi que des établissements, des activités et des aménagements humains.

Figure 7.2 Régions physiographiques et écorégions du Nord canadien, avec leurs paramètres géographiques et biologiques



Écozone	Relief	Climat	Végétation	Faune
Cordillère arctique	Grands champs de glace et glaciers recouvrant des montagnes abruptes	Très froid et aride	Plutôt absente en raison de la glace et de la neige permanentes	Ours polaire, morse, phoque, narval, baleine
Haut-Arctique	Basses plaines et moraines à l'ouest, hauts plateaux et collines rocheuses à l'est	Très sec et froid	Herbes et lichen surtout	Caribou, bœuf musqué, loup, lièvre arctique, lemming
Bas-Arctique	Hautes terres ondulées et basses plaines essentiellement	Hiver long et froid, été court et frais	Arbrisseaux dont la taille diminue en se dirigeant vers le nord	Orignal, bœuf musqué, loup, renard arctique, grizzli, ours polaire, caribou
Taïga des Plaines	Basses terres et plateaux étendus coupés par de grandes rivières	Semi-aride et froid	Bouleau glanduleux, thé du Labrador, saule et mousse	Orignal, caribou des bois, loup, ours noir, martre
Taïga du Bouclier	Relief valonné avec hautes terres, milieux humides et lacs innombrables	Climat continental subarctique, faibles précipitations	Forêt claire et toundra arctique	Caribou, orignal, loup, lièvre d'Amérique, grizzli, ours noir
Taïga de la Cordillère	Montagnes à flancs escarpés, crêtes abruptes et vallées étroites	Hiver sec et froid, été court et frais	Arbustes, mousse, lichen, bouleau, glanduleux, saule	Mouflon de Dall, caribou lynx, carcajou
Plaines boréales	Relief plat à élévation en douce plaine onduleuse	Climat humide, hiver froid et été moyennement chaud	Épinette, mélèze d'Amérique, pin gris bouleau blanc, sapin baumier, peuplier	Caribou des bois, cerf mulet, coyote, nyctale de Tengmalm
Cordillère boréale	Chaînes de montagnes, sommets élevés et grands plateaux	Hiver long, sec et froid, été court et chaud	Épinette, sapin subalpin, peuplier, faux-tremble, bouleau blanc	Caribou des bois, mouflon de Dall, chèvre de montagne, martre, lagopède

Source : Adapté de Fulton, 1989; Furgal et coll., 2003.

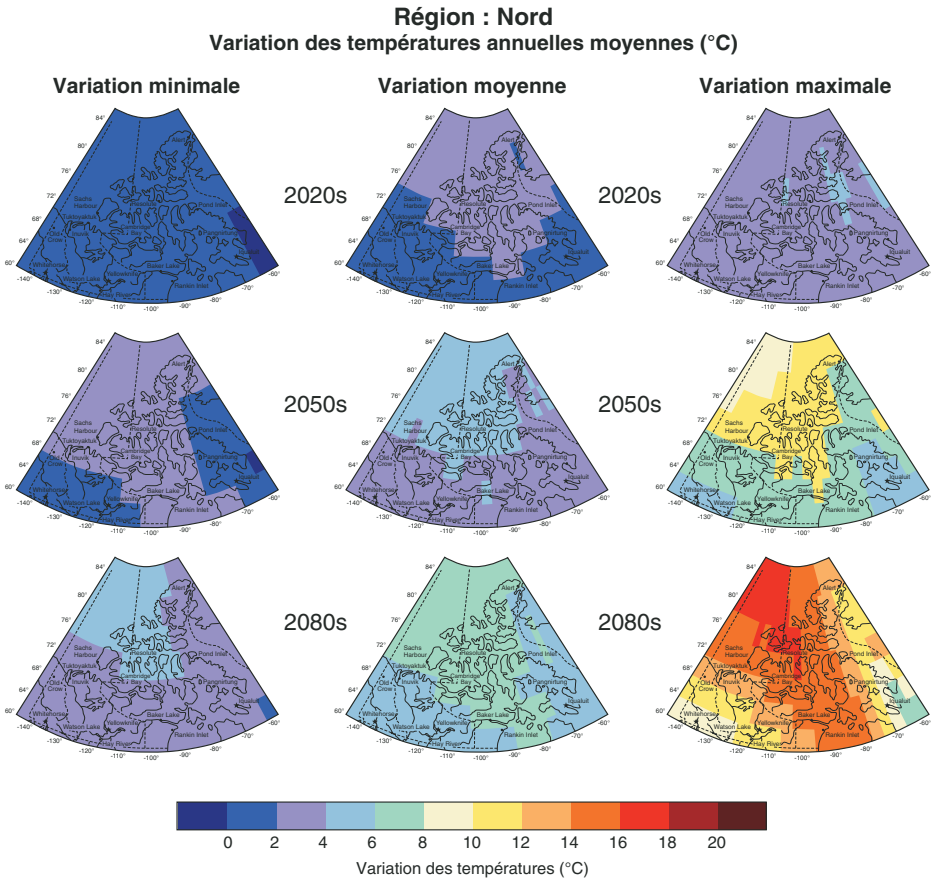
Selon les projections des modèles climatiques, les changements dans le Nord canadien devraient se poursuivre au même rythme que celui récemment observé (McBean et coll., 2005). Au cours des prochains siècles, l'impact des changements climatiques, conjugué à la sensibilité particulière des écosystèmes nordiques, devrait être plus accentué dans l'Arctique que dans nombre d'autres régions du Canada et du globe. Il faut toutefois prendre en considération la complexité des réactions dans les systèmes biologiques et humains et les pressions de toutes sortes auxquelles font face les populations du Nord. Il convient d'examiner les projections des effets des changements climatiques, souvent étudiées séparément, à la lumière d'autres facteurs de changement dont l'importance pourrait croître relativement à la santé et au bien-être des populations concernées.

Les simulations climatiques indiquent uniformément la présence d'un phénomène « d'amplification polaire », avec un réchauffement plus important dans les latitudes élevées du Nord relatif au réchauffement à l'échelle planétaire (Christensen et coll., 2007). Selon le scénario d'émission de

gaz à effet de serre utilisé, les modèles climatiques prévoient une élévation de la température de 2 à 4 °C d'ici le milieu du 21e siècle, et une élévation de 4 à 7 °C dès la fin du même siècle pour les régions arctiques. (Kattsov et coll., 2005; Weller et coll., 2005) (figure 7.3). On prévoit que le réchauffement saisonnier le plus grand dans l'Arctique canadien se produira pendant l'automne et l'hiver au-dessus de l'océan Arctique, accompagné d'un déclin du réchauffement saisonnier pendant l'été (Furgal et Prowse, 2008). Cette tendance s'étendra de l'océan à la terre, mais elle sera beaucoup moins prononcé sur la terre (Kattsov et coll., 2005; Christensen et coll., 2007). Malgré les tendances au réchauffement, on peut s'attendre à une variabilité considérable dans les changements de température prévus à travers l'Arctique.

Les simulations montrent également une augmentation générale de la précipitation (10 à 28 %) au-dessus de l'Arctique dès la fin du 21e siècle; c'est une tendance robuste parmi les divers modèles qui peut être attribuée au réchauffement prévu ainsi qu'aux changements dans la teneur en humidité atmosphérique (Christensen et coll., 2007). Cette augmentation dans les précipitations sera variable à travers le Nord canadien, avec les augmentations les plus grandes prévues pour les régions dans le haut Arctique et au-dessus de l'océan Arctique (30 à 40 %), et les augmentations les plus petites prévues pour le secteur Atlantique (< 5 à 10 %) (Kattsov et coll., 2005; Christensen et coll., 2007; Furgal et Prowse, 2008). On projette que l'augmentation de précipitation en pourcentage sera plus grande pendant la saison hivernale et moindre pendant la saison estivale, ce qui est compatible avec les réchauffements attendus (Christensen et coll., 2007; Kattsov et coll., 2005).

Figure 7.3 Variation des températures annuelles dans le Nord canadien selon les modèles de la circulation générale couplés atmosphère-océan sur trois périodes de trente ans (2020, 2050 et 2080)



Source : Furgal et Prowse, 2008

Les tendances prévues dans les régimes de températures et de précipitations pour l'ensemble de l'Arctique canadien soulignent la nécessité de mieux comprendre l'état actuel et l'évolution des relations que les populations du Nord entretiennent (utilisation et dépendance) avec différents paramètres de leur milieu (p. ex., exposition au froid et à la chaleur, utilisation et contact avec la neige, la glace, la faune et les autres ressources naturelles). Il convient aussi de prendre en considération la saisonnalité et la spécificité régionale car le grand nombre de processus physiques, de systèmes de rétroaction et de variations naturelles font en sorte que les changements climatiques ont des répercussions variées à travers le Nord canadien. Ces particularités régionales et saisonnières impliquent une variation possible des risques sanitaires d'une région à l'autre.

7.1.2 Thème du chapitre

On a récemment réalisé des évaluations scientifiques dans l'Arctique qui comportaient une analyse de divers aspects (sociaux, environnementaux et politiques) des changements prévus et de leurs répercussions sur les populations humaines. Mentionnons notamment les travaux menés par le Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique (PSEA, 2002), le *troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* (GIEC, 2001), l'*Arctic Climate Impact Assessment* (ACIA, 2005), l'*Arctic Human Development Report* (AHDR, 2004) et la *Millenium Ecosystem Assessment* (Chapin et coll., 2005). La plupart de ces études ont été « axées sur l'impact ». En regard à leur traitement de l'impact sur les humains, leurs conclusions ont tendu à être hypothétiques en raison de l'insuffisance de données locales et du faible nombre de recherches portant sur les conséquences et l'adaptation à cette échelle. Elles sont toutefois extrêmement précieuses, car elles récapitulent l'état des connaissances actuelles et révèlent le manque d'information sur les effets des changements climatiques dans les régions circumpolaires, permettant ainsi d'orienter les travaux présents et futurs.

Courtoisie d'Eric Loring, ITK

Les renseignements contenus dans le présent chapitre s'ajoutent aux connaissances déjà établies. On y évalue, sous l'angle de la vulnérabilité, les répercussions des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien. Les limites imposées par le manque de données qualitatives et quantitatives à l'échelle locale subsistent. On tente malgré tout de faire la synthèse des principales vulnérabilités actuelles et futures sur le plan de la santé tout en tenant compte des facteurs qui influent sur l'exposition des populations locales et sur leur capacité d'adaptation aux variations des conditions locales. On entend par vulnérabilité « la mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation » (GIEC, 2007, p.21).

7.1.3 Méthodes

Les changements climatiques surviennent dans un contexte marqué par de multiples variables sociales, économiques et environnementales qui interagissent aux échelles locale, régionale, nationale et internationale. Il importe, par conséquent, d'étudier la vulnérabilité des « systèmes » par lesquels les populations humaines sont directement reliées à leur milieu pour leur mode de vie, leurs moyens de subsistance et leur santé. Il est primordial de comprendre la situation actuelle et de cerner les facteurs qui jouent sur la vulnérabilité si l'on veut aider les communautés et les personnes à élaborer des stratégies visant à renforcer leur capacité d'adaptation et, en définitive, à réduire leur vulnérabilité. Pour ce faire, une méthode semblable à celle employée dans d'autres évaluations a été suivie (OMS, 2003; Ebi et coll., 2006). On a procédé par étapes, dans le but de décrire la distribution et le fardeau des maladies liées au climat; de préciser les capacités actuelles de réduction de l'impact de ces maladies; d'analyser les conséquences sanitaires des effets potentiels du changement et de la variabilité du climat dans divers secteurs, en estimant les répercussions futures; de synthétiser les résultats de l'évaluation et de déterminer les mesures d'adaptation qui pourraient être prises en vue de réduire les effets néfastes sur la santé. En dépit du peu de données locales fournies par les travaux sur la santé et le climat dans le Nord canadien, on dispose de données sur la situation et les tendances dans plusieurs régions nordiques en ce qui a trait à l'exposition actuelle aux dangers naturels et à la capacité d'adaptation aux changements. Ces données sont utiles pour ce genre d'évaluation.

Le présent chapitre expose tout d'abord la distribution et le fardeau actuels des maladies liées au climat ainsi que l'état de certaines variables qui auraient une incidence sur la vulnérabilité et la capacité d'adaptation (voir le chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada). Il sera ensuite question de notre compréhension des liens entre les variables climatiques et leurs répercussions sur la santé dans les régions nordiques. Au moyen d'une analyse essentiellement qualitative, s'appuyant sur la validation par triangulation (Farmer et coll., 2006) ou la valeur des données probantes, différentes sources de données qualitatives et quantitatives sont examinées en vue de déterminer les principales vulnérabilités et d'effectuer une première évaluation des facteurs en jeu dans la capacité d'adaptation. On examine ensuite les formes actuelles d'adaptation sanitaire aux changements climatiques et environnementaux dans le Nord canadien. Le chapitre se termine par une récapitulation des principales lacunes relevées dans les connaissances et par des recommandations sur les recherches à mener et les mesures à prendre en rapport avec ces questions.

Les renseignements sur l'Arctique canadien proviennent entre autres du PSEA, de l'*Arctic Human Development Report,* de l'*Arctic Climate Impact Assessment* et de la *Millenium Ecosystem Assessment.* Ces travaux rassemblent des études scientifiques et des opinions d'experts. Le présent chapitre s'appuie, quand c'est possible, sur des études évaluées par des pairs qui traitent du sujet dans le Nord canadien ainsi que sur la littérature grise et divers rapports de recherche et de politique. Certains de ces ouvrages touchent précisément le climat et la santé, mais une bonne partie d'entre eux aborde de manière générale la question des changements environnementaux et de leur impact sur les populations humaines. La présente étude

fait appel aux sciences médicales et aux sciences de la santé, mais aussi à l'anthropologie, à la sociologie, et à l'écologie et la géographie humaines. Les observations locales de changements climatiques et les points de vue sur l'impact présentés au cours d'ateliers et de projets communautaires sont également mis à profit, englobant ainsi une large part des travaux récemment menés dans l'Arctique canadien. Les méthodes de collecte des données sont analysées dans la mesure du possible afin de permettre de préciser la fiabilité et l'utilité de cette information dans l'évaluation des vulnérabilités actuelles et futures.

L'Évaluation se fonde sur des enquêtes quantitatives et qualitatives (p. ex., enquête régionale sur la santé, enquête auprès des peuples autochtones, recensement), sur les connaissances des peuples autochtones et leurs observations de changements climatiques et des effets associés ainsi que sur des indicateurs de la capacité d'adaptation des communautés et des organisations. Il peut arriver que les connaissances et les observations des peuples autochtones constituent les meilleures et uniques données dont on dispose à l'échelle locale concernant l'exposition des habitants du Nord aux changements climatiques et leur vulnérabilité sur le plan de la santé (Furgal et Séguin, 2006). Une grande partie des renseignements a été recueillie grâce à des projets recourant à des méthodes d'entrevue semi-directive (Huntington et coll., 2000; Furgal et coll., 2002) ou à de petits ateliers (Nickels et coll., 2002). On a procédé à une analyse qualitative de ces différentes sources (dont une vingtaine d'ateliers communautaires et de rapports d'organisations autochtones portant sur les changements environnementaux et leur impact sur les collectivités) afin de relever les indices de l'évolution du climat et de l'impact sanitaire à l'échelle locale. Les renseignements ont ensuite été regroupés par déterminant de la santé dans le cadre du présent chapitre (Barron, 2006).

7.2 DONNÉES DÉMOGRAPHIQUES, SANTÉ, BIEN-ÊTRE ET CONDITIONS SOCIO-ÉCONOMIQUES DANS LE NORD

La vulnérabilité face aux changements climatiques est liée, dans le domaine de la santé, au degré actuel et futur d'exposition ainsi qu'à la capacité de réaction, c'est-à-dire de s'adapter. La capacité d'adaptation peut elle-même dépendre de plusieurs facteurs, dont les conditions sanitaires et socio-économiques (voir la section 7.5). Une revue des données démographiques et des conditions sanitaires susceptibles d'influer sur la vulnérabilité des populations nordiques face aux effets des changements climatiques sur la santé sera brièvement amorcée. Les statistiques étant sensibles à la structure et à la taille de la population, la prudence est de mise dans l'interprétation des valeurs brutes présentées pour certains indicateurs.

7.2.1 Données démographiques

La très grande majorité des Canadiens vivent dans des agglomérations situées au sud du 60^{e} parallèle. Toutefois, 150 000 personnes sont établies plus au nord, essentiellement dans les trois territoires, quoique des populations moindres mais appréciables occupent la partie septentrionale du Québec (Nunavik) et du Labrador (Nunatsiavut, région du règlement des Inuits du Labrador) (tableau 7.1). De profonds changements démographiques, sociaux, économiques et politiques sont survenus au cours des dernières décennies dans ces régions du Canada relativement peu peuplées. Le Nord canadien a bénéficié, à la fin des années 1950 et dans les années 1960, d'une croissance démographique et économique notable

associée à l'exploitation des ressources naturelles et à la mise en place d'une administration publique, croissance qui a ralenti depuis (Chapin et coll., 2005). À cette époque, un grand nombre d'Autochtones qui avaient conservé leur mode de vie traditionnel nomade ont été sédentarisés. L'accroissement démographique observé depuis la création des collectivités a surtout concerné les trois grands centres urbains (Whitehorse, Yellowknife et Iqaluit), la densité de population demeurant faible ailleurs (Bogoyavlenskiy et Siggner, 2004). Une bonne partie de la poussée démographique survenue depuis les années 1980 est attribuée à l'augmentation de la population non-autochtone associée à la mise en valeur des ressources et à l'implantation de l'administration publique (Bogoyavlenskiy et Siggner, 2004; Chapin et coll., 2005). Selon les projections actuelles, la population du Nord devrait continuer de croître dans les années à venir, en particulier dans les Territoires du Nord-Ouest, où elle pourrait excéder 50 000 personnes d'ici 25 ans (tableau 7.1). Cette tendance s'explique sans doute, du moins en partie, par le développement industriel qui accompagne le projet de gazoduc dans la vallée du Mackenzie et diverses activités d'extraction minière dans la région, ainsi que par l'augmentation des possibilités d'emploi.

Tableau 7.1 Populations actuelle (2005) et projetée (2031) dans le Nord canadien (en milliers)

	Population actuelle (2005)	Taux annuel moyen de croissance selon le scénario 3 (fourchette, scénarios 1-6)	Population projetée (2031) selon le scénario 3 (fourchette, scénarios 1-6)
Canada	32 270,5	7,3 (4,5 – 10,0)	39 024,4 (36 261,2 – 41 810,0)
Labrador	23,9	*	*
Nunavik	9,6	*	*
Nunavut	30,0	4,0 (1,2 – 6,6)	33,3 (30,0 – 35,6)
Territoires du Nord-Ouest	43,0	9,1 (5,8 – 11,4)	54,4 (49,9 – 57,7)
Yukon	31,0	3,6 (0,7 – 5,5)	34,0 (31,5 – 35,7)

Nota : Les hypothèses qui sous-tendent le scénario 3 sont les suivantes : taux moyens de croissance et de migration, alliés à des valeurs moyennes concernant la fécondité, l'espérance de vie, l'immigration et la migration interprovinciale (comme cela est expliqué dans Statistique Canada, 2006b).

* Données non disponibles à l'échelle des régions étudiées dans le chapitre.

Source : Statistique Canada, 2006b.

La population nordique augmente rapidement par rapport au reste du Canada. Les taux bruts de natalité et de mortalité varient d'une région à l'autre, mais ils sont en général nettement supérieurs à la moyenne canadienne (tableaux 7.2 et 7.3). La croissance démographique, notamment celle des groupes autochtones, est due pour beaucoup à l'amélioration des services médicaux et au recul de la mortalité infantile et des décès attribuables aux maladies infectieuses (p. ex., tuberculose, maladies infantiles pouvant être prévenues par la vaccination) depuis le milieu du siècle dernier.

Tableau 7.2 Indicateurs choisis de la santé dans le Nord canadien

Indicateur	Canada	Yukon	T.N.-O.	Nunavut	Nunavik	Labrador*
Montant affecté à la santé publique par habitant ($)	2 535	4 063	5 862	7 049	†	†
Taux brut de natalité (naissances vivantes pour chaque 1 000 residents) (2003)‡	10,6	11,0	16,6	26,0	†	8,9
Espérance de vie à la naissance (hommes, 2002)	75,4	73,9	73,2	67,2	63,3	73,6
Espérance de vie à la naissance (femmes, 2002)	81,2	80,3	79,6	69,6	70,2	78,7
Taux de mortalité infantile (pour 1 000 naissances vivantes, 500 g et plus, 2001)	4,4	8,7	4,9	15,6	17,8	†
Faible poids à la naissance (% de nouveaux-nés pesant moins de 2 500 g)§	5,5	4,7	4,7	7,6	6,7§	†
Années potentielles de vie perdues dues à des blessures accidentelles (décès pour 100 000 résidents)	628	1 066	1 878	2 128	3 853§	†
Auto-évaluation de la santé (% de la population de 12 ans et plus déclarant avoir une santé très bonne ou excellente)	59,6	54	54	51	51	64
Activité physique (% de la population de 12 ans et plus se déclarant physiquement ou modérément active)#	42,6	57,9	38,4	42,9	†	48,7

* Données de l'ancien Health Labrador Corporation qui fournissait les services aux régions centrale, de l'ouest et côtière du Labrador, y compris Black Tickle et les lieux au nord (cette organisation s'est fusionée avec Grenfell Regional Health Services en 2005 pour former Labrador-Grenfell Health.

† Données non disponibles à l'échelle des régions étudiées dans ce chapitre.

‡ Les estimations de la population ayant servi à calculer les taux de natalité et de fécondité en 2003 sont les estimations postcensitaires mises à jour le 1er juillet 2003, corrigées pour tenir compte du sous-dénombrement net au recensement et incluant les résidents non permanents. Source : Statistique Canada, 2004b.

§ Moyenne des années 1999 – 2003. Source : INSPQ, 2006.

Personnes de 12 ans et plus qui déclarent un niveau d'activité physique, d'après leurs réponses à des questions sur la fréquence, la durée et l'intensité de leurs activités physiques durant leurs loisirs.

Source : Statistique Canada, 2003 (sauf indication contraire).

Tableau 7.3 Taux bruts de mortalité selon certains groupes de causes (pour 100 000 décès) dans le Nord canadien

Indicateur	Canada	Yukon	T.N.-O.	Nunavut	Nunavik*	Labrador
Taux de mortalité, toutes les causes de décès (pour 1 000) (2004)‡	7,1	5,4	3,6	4,1	7,1	8,3†
Maladies cardiovasculaires graves	233,2	111,3	118,5	78,9	†	†
Crises cardiaques	58,9	6,5	35,5	10,3	†	†
Morts liées aux crises cardiaques	52,1	37,1	28	3,7	†	†
Cancer du poumon	48,2	73,2	61	209,5	†	†
Accidents, blessures involontaires	28,6	65,5	59,2	30,9	†	†
Accident de transport (véhicule à moteur, autres accidents de transport terrestre, accidents de transport par eau, aérien, et autres et sans précision)	9,9	19,6	16,6	27,5	†	†
Noyade accidentelle	0,8	9,8	7,1	<0,5	†	†
Lésions auto-infligées (suicide)	11,9	19,6	23,7	106,4	131,2	†

Nota : Taux bruts de mortalité pour 100 000 décès en 2003, sauf indication contraire.

* Source : INSPQ, 2006.

† Données non disponibles à l'échelle des régions étudiées dans ce chapitre.

‡ Les estimations de la population ayant servi à calculer les taux de mortalité en 2003 sont les estimations postcensitaires mises à jour le 1er juillet 2003, corrigées pour tenir compte du sous-dénombrement net au recensement et incluant les résidents non permanents (Statistique Canada, 2004b).

Source : Statistique Canada, 2006a (sauf indication contraire).

La population établie dans le Nord du pays est beaucoup plus jeune que celle du Canada dans son ensemble, le Nunavut et le Nunavik comptant une forte proportion d'habitants de moins de 15 ans. Par ailleurs, le pourcentage de résidents âgés de plus de 65 ans est nettement moindre que dans le reste du pays (tableau 7.4). En raison de ces deux particularités, le rapport de dépendance est légèrement inférieur à la moyenne nationale au Yukon et dans les Territoires du Nord-Ouest, quoique plus élevé au Nunavut. Selon les projections établies par Statistique Canada pour les 25 prochaines années, la population du Nord continuera de comporter davantage de jeunes que celle du reste du Canada. Cependant, la hausse du segment formé par les personnes âgées de plus de 65 ans fera augmenter les rapports de dépendance dans les territoires également. Au Yukon, où la tendance est la plus marquée, ce rapport devrait passer de 33,6 à 55,8 au cours des 25 années à venir, en raison surtout du vieillissement de la population (tableau 7.4). On ne dispose pas de données comparables pour le Nunavik et le Labrador (côte nord et Nunatsiavut).

Tableau 7.4 Comparaison de l'âge médian et du rapport de dépendance actuels (2006) et projetés (2031) au Canada et dans les régions nordiques selon le scénario 3 (croissance démographique modérée)

Indicateur	Canada actuel (projeté)	Yukon actuel (projeté)	T.N.-O actuel (projeté)	Nunavut actuel (projeté)	Nunavik actuel (projeté)	Labrador actuel (projeté)
Âge médian	38,8 (44,3)	37,6 (40,7)	30,8 (35,7)	23,0 (24,5)	22,2 (*)	*
% 0-14 ans	24,9 (23,5)	23,9 (25,0)	33,7 (31,3)	54,3 (50,9)	35,1(*)	*
% 65 ans et plus	19,0 (37,7)	9,8 (30,8)	6,9 (23,5)	4,4 (9,1)	3,0 (*)	*
Rapport de dépendance	43,9 (61,3)	33,6 (55,8)	40,6 (54,8)	58,7 (60,0)	56,6 (*)	*

Nota : Les hypothèses qui sous-tendent le scénario 3 sont les suivantes : taux moyens de croissance et de migration, alliés à des valeurs moyennes concernant la fécondité, l'espérance de vie, l'immigration et la migration interprovinciale (comme cela est expliqué dans Statistique Canada, 2006b).

* Données non disponibles à l'échelle des régions étudiées dans le chapitre.

Source : Statistique Canada, 2006b; INSPQ, 2006 (pour le Nunavik).

7.2.2 Densité de la population

Près des deux tiers des collectivités du Nord canadien sont côtières. La grande majorité d'entre elles sont petites et isolées, trois centres seulement ayant plus de 5 000 habitants. Dans certaines régions, la plupart des résidents vivent dans des localités de moins de 1 000 personnes (67 % au Nunavut). Les villages de 100 à 499 habitants n'abritent toutefois que 11 % de tous les habitants du Nord (Bogoyavlenskiy et Siggner, 2004). Les gros centres rassemblent une grande proportion de la population (p. ex., 58,7 % au Yukon, tableau 7.5). De plus, 60 % environ des collectivités nordiques se trouvent sur le littoral, mais ce chiffre peut atteindre 100 % dans certaines régions (p. ex., Nunavik, certaines parties du Nunavut et des Territoires du Nord-Ouest, Nunatsiavut). Un nombre plus restreint mais non négligeable de collectivités est situé dans des zones très montagneuses.

Tableau 7.5 Caractéristiques de la population établie dans le Nord canadien

Indicateur	Canada	Yukon	T.N-O.	Nunavut	Nunavik	Labrador*
Densité (au km^2)	3,33	0,06	0,03	0,01	0,02	0,11
Population urbaine (% de la population totale)†	79,6	58,7	58,3	32,4	0,0	68,3
Population autochtone (% de la population totale)‡	3,4	22,9	50,5	85,2	91,3	34,1

* Données de l'ancien Health Labrador Corporation qui fournissait les services aux régions centrale, de l'ouest et côtière du Labrador, y compris Black Tickle et les lieux au nord (cette organisation s'est fusionée avec Grenfell Regional Health Services en 2005 pour former Labrador-Grenfell Health.

† La définition du qualificatif « urbain » officiellement adoptée par Statistique Canada est employée ici : « Les régions urbaines constituent les régions urbanisées en continu qui ont une concentration démographique d'au moins 1 000 habitants et une densité de population d'au moins 400 habitants par kilomètre carré d'après les chiffres de population du recensement précédent; les régions rurales ont des concentrations ou des densités en dessous de ces seuils ».

‡ La population ayant une identité autochtone comprend les personnes ayant déclaré appartenir à au moins un groupe autochtone (Premières Nations de l'Amérique du Nord, Métis ou Inuit), ou ayant déclaré être un « Indien des traités » ou un « Indien inscrit » aux termes de la *Loi sur les Indiens* du Canada ou ayant déclaré être membre d'une bande indienne ou d'une Première Nation.

Source : Statistique Canada, 2001b (échantillon de 20 %).

7.2.3 Populations autochtones

Un peu plus de la moitié des habitants du Nord sont des Autochtones qui appartiennent à des groupes culturels et linguistiques divers (allant des 14 Premières Nations du Yukon, dans l'ouest, aux Inuits du Nunatsiavut, dans l'est) et qui, pour certains, sont présents sur ces terres depuis des milliers d'années. Près de la moitié de la population est donc non-autochtone, chiffre très variable selon la région considérée (8,1 % dans le Nunavik, 77,1 % au Yukon; tableau 7.5) (Statistique Canada, 2001b). À l'inverse, c'est au Nunavik que la proportion d'Autochtones dans les populations régionales ou territoriales est la plus forte; elle décroît quand on se dirige vers le Nunavut, les Territoires du Nord-Ouest et le Yukon. Les Autochtones composent la population dominante dans la majorité des petites localités, où divers aspects de la culture ancestrale sont encore très présents dans la vie quotidienne. Il est important de tenir compte de ces chiffres et de leur distribution géographique lorsqu'on analyse les statistiques sur la santé dans le Nord, lesquelles précisent rarement si les habitants sont Autochtones ou non.

7.2.4 État de santé

Dans ce chapitre, la santé désigne un « état de complet bien-être physique, mental et social, et non seulement l'absence de maladie ou d'incapacité » (OMS, 2006). Cette définition traduit une conception multidimensionnelle de la santé qui correspond aux principes traditionnels et holistiques de nombreux groupes autochtones établis dans le Nord canadien et ailleurs. De manière générale, la situation sanitaire est moins bonne dans le Nord du Canada que dans l'ensemble du pays (tableaux 7.2 et 7.3), et les habitants y sont davantage exposés à divers dangers liés à l'environnement qui sont à l'origine d'une bonne partie des décès et des hospitalisations. Le degré d'exposition et les effets négatifs sont encore plus marqués chez les Autochtones (Institut de santé publique du Québec (INSPQ), 2006). Plusieurs indicateurs de l'état de santé sont résumés ci-après. Ils aident à décrire les vulnérabilités et facteurs sanitaires actuels qui pourraient influer sur la capacité d'adaptation aux changements climatiques.

L'espérance de vie des hommes comme des femmes qui vivent dans le Nord peut être de 10 ans inférieure à la moyenne nationale, et encore moindre au sein des populations autochtones, sans doute à cause de la mortalité infantile élevée et d'autres facteurs (tableau 7.2). Elle est de 66,9 ans pour l'ensemble des habitants des régions composées majoritairement d'Inuits (Nunatsiavut, Nunavik, Nunavut et région visée par la Convention définitive des Inuvialuit (RCDI) dans les Territoires du Nord-Ouest), chiffre comparable à la moyenne canadienne de 1950 (Statistique Canada, 2005). De même, le nombre d'années potentielles de vie perdues, pour quelque cause que ce soit, est beaucoup plus élevé et l'incidence des traumatismes et des cancers liés au mode de vie est plus forte dans les régions où les peuples autochtones dominent (INSPQ, 2006) (tableau 7.2). Selon Wigle et coll. (2005), les enfants et les jeunes de l'Arctique canadien, en particulier les enfants autochtones, sont en moins bonne santé que les populations équivalentes d'autres pays arctiques et que la population canadienne en général.

Courtoisie de Peter Langer

Des différences apparaissent quand on compare les causes courantes de décès au sein des peuples autochtones de l'Arctique et au sein des populations non-autochtones du Nord et de l'ensemble du Canada (PSEA, 2002). Dans toutes les régions septentrionales, les taux de mortalité imputable aux maladies cardiovasculaires, aux infarctus aigus du myocarde et aux crises cardiaques sont nettement inférieurs à la moyenne nationale (Statistique Canada, 2001a) (tableau 7.3). En revanche, les décès dus au cancer du poumon, par exemple, et aux blessures involontaires (p. ex., accidents avec des véhicules à moteur, noyades) sont plus fréquents chez les populations du Nord que dans l'ensemble du Canada. Ces dernières causes sont sans doute liées, en partie, à la nécessité d'utiliser certains moyens de transport (p. ex., motoneige, véhicule tout terrain à quatre roues, bateau) pour participer à des activités qui font partie intégrante du mode de vie et des traditions (p. ex., chasse, pêche, cueillette). Plus de 70 % des adultes autochtones du Nord déclarent prélever des ressources naturelles par la chasse et la pêche et plus de 96 % d'entre eux le font pour respecter leurs traditions et assurer leur subsistance (Statistique Canada, 2001b). Enfin, les taux de mortalité par lésions auto-infligées (p. ex., suicide) sont nettement plus élevés que dans le reste du Canada, au Nunavut notamment (Statistique Canada, 2001b) (tableau 7.3). Cet indicateur de stress social est attesté par le faible degré de soutien social que ressentent les habitants de certaines régions du Nord (Statistique Canada, 2001a) (tableau 7.6).

Tableau 7.6 Indicateurs socio-économiques choisis dans le Nord canadien

Indicateur	Canada	Yukon	T.N.-O.	Nunavut	Nunavik	Labrador*
Perception d'un soutien social élevé†	–	78,0	74,5	58,1	–	85,8
Sentiment d'appartenance à la communauté (très fort ou plutôt fort)	62,3	69,3	72,3	80,9	72,0	87,6‡
Pourcentage des familles recensées dont le parent seul est une femme	15,7	19,8	21,0	25,7	35,5	15,5
Revenu personnel moyen $ (2000)	29 769	31 917	35 012	26 924	23 215	28 478
Transferts gouvernementaux en pourcentage du revenu total (2000)	11,6	8,6	7,3	12,9	17,0	10,2
Pourcentage de la population en chômage de longue durée (population active de 15 ans et plus)§	3,7	6,0	4,8	11,2	8,7	9,3
Pourcentage de la population de 25 à 29 ans ayant un diplôme d'études secondaires	85,3	85,4	77,5	64,7	52,7	83,9

* Données de l'ancien Health Labrador Corporation qui fournissait les services aux régions centrale, de l'ouest et côtière du Labrador, y compris Black Tickle et les lieux au nord (cette organisation s'est fusionée avec Grenfell Regional Health Services en 2005 pour former Labrador-Grenfell Health.

† Niveau de la perception du soutien social déclaré par les personnes de 12 ans et plus, d'après leurs réponses à huit questions portant sur le fait d'avoir quelqu'un à qui se confier, quelqu'un sur qui compter en cas de crise, quelqu'un sur qui compter pour demander des conseils, et quelqu'un avec qui partager les soucis et les inquiétudes . Source : Statistique Canada, 2003.

‡ Labrador-Grenfell Health (Région sociosanitaire Labrador-Grenfell) : Comprend l'ensemble du Labrador continental.

§ Population active de 15 ans et plus qui n'a occupé aucun emploi durant l'année courante ou l'année précédente.

Source : Statistique Canada, 2001b (échantillon de 20 %), sauf indication contraire.

L'analyse des indicateurs généraux et comparatifs de mortalité au sein des populations nordiques et dans le reste du Canada apporte des précisions sur les vulnérabilités qui pourraient exister. Il est important de savoir que la mortalité varie selon l'emplacement géographique et les conditions sociodémographiques. Beaucoup plus de décès sont dus aux cancers et aux maladies cardio-vasculaires dans les grandes collectivités des Territoires du Nord-Ouest, incluant Yellowknife, tandis que les blessures intentionnelles et involontaires constituent la principale cause de mortalité (22 %) dans les villages (GNWT, 2005). Plus de la moitié des hospitalisations et décès à la suite d'une blessure concernent des personnes âgées de 15 à 44 ans, tandis que les aînés présentent les taux les plus élevés à cet égard. Ces décès frappent trois fois plus souvent les hommes (78 %) que les femmes. Les taux, normalisés selon l'âge, d'hospitalisation et de décès à la suite d'une blessure chez les Inuits et les Dénés des Territoires du Nord-Ouest sont plus du double de ceux des autres résidents (mortalité à la suite d'une blessure : respectivement de 179, 118 et 49 pour 100 000; hospitalisation à la suite d'une blessure : respectivement de 2 576, 2 243 et 983 pour 100 000) (GNWT, 2004).

Bien que les gouvernements des territoires et des provinces allouent à la santé publique des sommes beaucoup plus importantes par habitant dans les régions nordiques, les particuliers qui y vivent se déclarent en moins bonne santé que dans le reste du Canada (Statistique Canada, 2001a) (tableau 7.2). À peu près la moitié d'entre eux, dans les différentes régions, estiment que leur santé est « très bonne » ou « excellente », soit un peu moins que la moyenne nationale (tableau 4). Les écarts se creusent si l'on distingue les Autochtones des non-Autochtones. Ainsi, lors du recensement de 1996, une proportion nettement moindre d'Autochtones que de non-Autochtones ont estimé que leur santé était « bonne » (47 % contre 69 %) (Statistique Canada, 1998).

Si l'on examine d'autres comportements importants pour la santé, on voit qu'en général les habitants du Nord fument davantage et présentent des taux plus élevés d'obésité et de consommation d'alcool, tout en se déclarant moins stressés que le Canadien moyen (Statistique Canada, 2002). À peu près 80 % de la population canadienne avait consulté un médecin l'année précédant l'Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes. Ce chiffre était comparable au Yukon (83 %) et dans la région desservie par la Health Labrador Corporation (79 %), mais nettement plus bas dans les Territoires du Nord-Ouest (71 %) et au Nunavut (53 %) (Statistique Canada, 2001a). Le taux de consultation d'un médecin était moindre chez les résidents autochtones que dans les populations non-autochtones des territoires (59 % contre 76 %) (Statistique Canada, 2002); par contre, la consultation d'une infirmière, qui est souvent la principale professionnelle de la santé présente à plein temps dans les petites collectivités, était nettement plus fréquente (Statistique Canada, 1998). Il y a beaucoup moins d'omnipraticiens et de spécialistes par habitant dans les territoires que dans les autres régions du Canada (Statistique Canada, 2002). De manière générale, les populations nordiques sont moins satisfaites des soins de santé qu'elles reçoivent, comparativement à la moyenne nationale (84,9 %), et la proportion de personnes qui sont « très ou plutôt » satisfaites de ces soins diminue dans les régions qui abritent un fort pourcentage d'Autochtones (Yukon, 85,3 %; Territoires du Nord-Ouest, 81,6 %; Nunavut, 74,2 %) (Statistique Canada, 2004a).

7.2.5 Conditions socio-économiques

L'économie de nombreuses collectivités arctiques englobe à la fois des activités traditionnelles liées aux moyens de subsistance et aux ressources renouvelables terrestres et des activités professionnelles salariées, souvent associées à l'extraction de ressources non renouvelables. Il est important de connaître la capacité économique d'adaptation à l'échelle des ménages et de la région ou du territoire, car ce facteur détermine en grande partie la possibilité de prendre des mesures afin de réduire le plus possible certains effets des changements climatiques. Les paragraphes qui suivent décrivent brièvement les activités en question et mettent en évidence la capacité et la diversité économique du Nord à différentes échelles.

Il est difficile d'estimer l'ampleur de l'économie des activités de subsistance et des activités traditionnelles qui repose sur le milieu naturel; or, ces chiffres doivent figurer dans le produit intérieur brut (Conference Board du Canada, 2005). Selon le Conference Board du Canada, l'économie reposant sur les ressources du milieu se situerait entre 40 et 60 millions de dollars par année dans le Nunavut, dont 30 millions pour l'ensemble des activités liées à l'alimentation. La nourriture traditionnelle[2] procure chaque année des avantages en nature de l'ordre de 3,35 millions de dollars dans la RCDI des Territoires du Nord-Ouest seulement, soit environ 1 150 $ par habitant. Un ménage moyen produit ainsi des aliments d'une valeur de plusieurs milliers de dollars qui n'a pas à être achetée dans les magasins (Smith et Wright, 1989; Usher et Wenzel, 1989). Le tourisme, qui englobe les activités des excursions organisées, l'exploitation des camps de chasse et la chasse à l'ours, représenterait 4 millions de dollars par an au Nunavut. La valeur réelle de telles activités est toutefois difficile à mesurer, car ces dernières concourent aussi fortement à la richesse sociale, humaine et culturelle de la région et n'apportent pas que des avantages financiers (Conference Board du Canada, 2005). Globalement, la pêche, la chasse et le piégeage ont apporté 7,6 millions de dollars au produit intérieur brut du Nunavut établi sur la rémunération en 1999. L'économie traditionnelle est aussi importante dans les autres régions du Nord (Duhaime et coll., 2004).

2 Alors que les termes « nourriture du pays » et « nourriture traditionnelle » sont utilisés variablement par différents groupes autochtones au Canada, ils ont été utilisés indistinctement dans le présent chapitre.

L'extraction minière à grande échelle occupe aujourd'hui une place centrale dans l'économie du Nord canadien. De grands projets d'exploitation des ressources minérales et des hydrocarbures sont en cours dans les Territoires du Nord-Ouest, au Nunavut, au Nunavik et au Nunatsiavut (Duhaime et coll., 2004). Bien qu'une fraction seulement des revenus ainsi générés restent dans les régions concernées, les emplois directement liés à ces activités ont des retombées économiques indéniables sous forme de rémunération du travail et d'amélioration de l'infrastructure; il est fréquent, cependant, que les régions ne bénéficient de tels avantages que pendant la durée du projet.

La répartition géographique de l'activité économique reflète les écarts de revenu des particuliers d'une région à l'autre (tableau 7.6). Ainsi, dans les Territoires du Nord-Ouest, les employés du secteur minier perçoivent de hauts salaires qui élèvent le revenu moyen par habitant. À l'inverse, c'est au Nunavut, où les emplois dans la fonction publique sont parmi les mieux rémunérés, que le revenu moyen est le plus bas au Canada (Duhaime et coll., 2004). Il convient de tenir compte des disparités sur le plan de l'activité économique et du revenu des particuliers quand on étudie les changements climatiques, car l'économie des régions et des collectivités joue un grand rôle dans la capacité de réduire le plus possible les effets négatifs de ce phénomène et de s'y adapter. On voit donc que certaines régions sont sans doute plus aptes que d'autres à réagir collectivement aux changements.

Il est probable que l'adaptation à certaines répercussions des changements climatiques sera plus facilement réalisable à l'échelle des particuliers ou des ménages, d'où l'importance de bien cerner les disparités économiques qui existent à ce niveau. Au Nunavik, plus de 55 % des ménages inuits, composant plus de 68 % de la population totale, vivent sous le seuil de faible revenu (Chabot, 2004). Les études longitudinales révèlent que les Inuits du Nunavik gagnent moins que les non-Inuits qui travaillent dans la région, quoique l'écart se comble lentement (Duhaime et coll., 1999). Une tendance comparable apparaît lorsqu'on examine les sources de revenu et les sommes qui proviennent des transferts gouvernementaux. Au Nunavut et au Nunavik, ces transferts constituent une plus grande part des revenus des particuliers que dans les autres régions du Nord; la capacité économique de ces régions dépend donc davantage de sources extérieures (Statistique Canada, 2001b) (tableau 7.6).

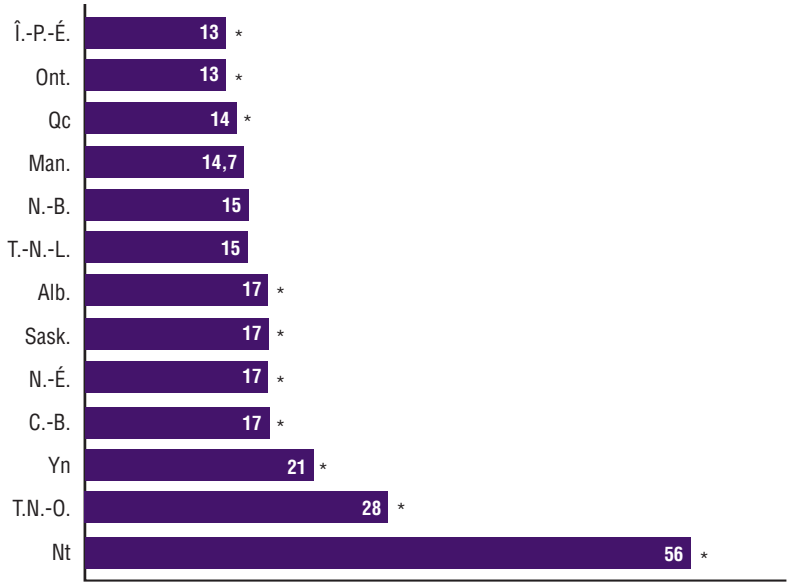
Cet ensemble de facteurs socio-démographiques, économiques et sanitaires soulève de vastes questions en matière de santé publique et environnementale dans le Nord canadien. Les habitants de certaines régions ont de la difficulté à se loger et à se nourrir convenablement. Par exemple, au Nunavik, 80 % des locataires et 25 % des propriétaires affectent plus de 30 % du revenu du ménage au coût du logement, ce qui est nettement supérieur à la moyenne nationale (39 % des locataires et 16 % des propriétaires) (Statistique Canada, 2001b). En outre, de nombreux Autochtones mettent sérieusement en cause la qualité et la sécurité des habitations. En 2001, 28 % des résidents du Labrador, 68 % de ceux du Nunavik, 54 % de ceux du Nunavut, 35 % de ceux des Territoires du Nord-Ouest et 43 % de ceux du Yukon vivaient dans des logements surpeuplés (Statistique Canada, 2001b; Council of Yukon First Nations (CYFN), 2006). Des

réparations majeures doivent être apportées à quelque 16 % des maisons dans les Territoires du Nord-Ouest et à 33 % de celles du Yukon, contre 8 % à l'échelle nationale (Statistique Canada, 2001b; GNWT, 2005; CYFN, 2006). Les problématiques du logement ne sont pas toutes les mêmes à travers les territoires; les problèmes tels le surpeuplement, la qualité ou l'abordabilité du logement sont plus fréquents dans les petites localités (30 %) qu'à Yellowknife (9 %) (GNWT, 2005). Des facteurs structurels, les conditions sociales et certains comportements se conjuguent pour nuire à la santé des groupes les plus vulnérables. L'étude de Kovesi et coll. (2006) a établi, par exemple, que la piètre qualité de l'air dans les maisons de résidents Inuits de l'île de Baffin créait plusieurs facteurs de risque d'infection virale des voies respiratoires inférieures chez les jeunes enfants; ces facteurs comprenaient le renouvellement insuffisant de l'air, le taux d'occupation élevé et l'exposition à la fumée secondaire du tabac.

Au Canada, 33 % des familles monoparentales dirigées par une femme et 21 % des ménages autochtones risquent de souffrir d'« insécurité alimentaire », c'est-à-dire de ne pas jouir d'une sécurité alimentaire. Le problème est très courant dans les trois territoires, où le nombre de femmes monoparentales est particulièrement élevé (Statistique Canada, 2001b; Ledrou et Gervais, 2005) (tableau 7.6, figure 7.4). Les facteurs économiques sont déterminants à cet égard dans le Nord, où le panier de provisions peut coûter trois fois plus cher que dans les régions du sud (Statistique Canada, 2005) (tableau 7.7).

Selon Ledrou et Gervais (2005), « un ménage en situation d'insécurité alimentaire » est un ménage dont un membre n'avait pas mangé des aliments de la qualité ou de la variété désirées, s'était inquiété de ne pas avoir suffisamment de nourriture ou n'avait effectivement pas eu assez à manger, à cause du manque d'argent, au cours de l'année précédant l'étude en question.

Figure 7.4 Prévalence de l'insécurité alimentaire, selon la province ou le territoire, par rapport à la moyenne canadienne



Source de données : Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes, 2000 – 2001.

* Valeur significativement différente de l'estimation pour le Canada ($p < 0,05$).

Source : Statistique Canada, 2005.

Tableau 7.7 Coût ($) du panier de provisions nordique dans certaines collectivités du Nord et du Sud du Canada

Emplacement	Denrées périssables	Denrées non périssables	Coût total
Labrador et Nunatsiavut			
Nain, Nunatsiavut (2002)	90	106	196
Happy Valley-Goose Bay (2002)	64	82	146
Nunavik			
Kuujjuaq	92	129	220
Kangiqsujuaq	99	145	244
Nunavut			
Iqaluit (2005)	114	161	275
Pangnirtung (Baffin) (2005)	127	165	292
Rankin Inlet (Kivalliq)	153	165	318
Kugaaruk (Kitikmeot)	135	187	322
Territoires du Nord-Ouest			
Yellowknife	65	94	159
Deline	148	161	309
Tuktoyaktuk	129	154	282
Paulatuk	180	167	343
Yukon			
Whitehorse (2005)	64	99	163
Old Crowe	169	219	388
Villes du Sud			
St. John's, Terre-Neuve-et-Labrador (2003)	66	78	144
Montréal, Québec (2005)	64	90	155
Ottawa, Ontario	72	93	166
Edmonton, Alberta	65	108	173

Nota : Sauf indication contraire, le coût indiqué est celui de 2006. Le panier de provisions nordique, qui comporte 46 produits, a été modelé sur le Panier à provisions nutritif et économique utilisé par Agriculture Canada pour évaluer le coût d'un régime nutritif pour une famille à faible revenu composée de quatre personnes (une fille âgée de 7 à 9 ans, un garçon âgé de 13 à 15 ans, un homme et une femme âgés de 25 à 49 ans).

Source : AINC, 2007.

Les renseignements sur la santé et les conditions socio-économiques présentés plus haut donnent un aperçu des facteurs à prendre en considération lorsqu'on évalue la vulnérabilité face aux changements climatiques, ainsi que la variabilité géographique dont il convient de tenir compte dans le Nord. Certaines tendances sont plus uniformes d'une région à l'autre, par exemple le taux élevé d'exposition aux risques environnementaux dû en grande partie aux liens étroits qu'entretiennent les peuples autochtones avec le milieu environnant et qui contribuent à préserver leurs traditions, leur culture et leur santé (Berner et coll., 2005). Il est probable que les petites collectivités du Nord, qui comptent davantage d'Autochtones, présenteront sur le plan de la santé une plus grande vulnérabilité face aux changements climatiques. Les sections qui suivent présentent les connaissances actuelles sur le degré d'exposition et les effets, ainsi que les mesures d'adaptation déjà en cours.

7.3 SANTÉ ET BIEN-ÊTRE : EFFETS DES CHANGEMENTS CLIMATIQUES ET EXPOSITION DES POPULATIONS DANS LE NORD CANADIEN

Les liens entre les changements climatiques et la santé des populations nordiques sont complexes et font souvent intervenir des facteurs environnementaux, physiques, sociaux et comportementaux. En vue de préciser l'impact possible de ce phénomène sur la santé humaine au Nunavik et au Labrador, Furgal et coll. (2002) ont passé en revue les articles publiés en médecine et en sciences de la santé sur le sujet et ont interrogé les intervenants locaux les mieux informés (p. ex., aînés, chasseurs, cueilleurs). Ils ont ainsi pu dresser une liste des liens directs et indirects qui existent entre la santé et le climat dans le Nord. De même, pour leur contribution à l'étude intitulée *Arctic Climate Impact Assessment,* Berner et coll. (2005) ont adopté une approche mécaniste pour décrire et analyser les répercussions sur les habitants des régions nordiques et, en particulier, les populations autochtones. La même approche est suivie dans ce chapitre. L'effet direct désigne les conséquences sanitaires des interactions directes avec les aspects de l'environnement qui ont changé ou sont en train de changer sous l'action du climat local (c'est à dire, qui découlent des interactions directes avec les propriétés physiques du milieu – air, eau, glace, terre – et, par exemple, de l'exposition à des températures extrêmes) (Berner et coll., 2005, p. 869). L'effet indirect englobe pour sa part les conséquences sanitaires des interactions indirectes qui passent par le comportement humain et les éléments constitutifs de l'environnement qui ont changé ou sont en train de changer sous l'action du climat local (Berner et coll., 2005, p. 878). Nous présentons ci-dessous la synthèse des connaissances actuelles concernant les effets directs et indirects des changements climatiques et le degré d'exposition aux variables climatiques dans les régions septentrionales du Canada.

7.3.1 Effets directs du changement et de la variabilité du climat

L'effet direct du climat sur la santé humaine renvoie en premier lieu à des phénomènes tels que les précipitations extrêmes, les risques et catastrophes naturels liés au climat, les conditions météorologiques inhabituelles et les températures extrêmes, avec les blessures, maladies et tensions qui leur sont associées (tableau 7.8).

Tableau 7.8 Résumé des effets potentiels directs du climat sur la santé au Nunavik et au Labrador

Changements climatiques observés	Effets potentiels directs sur la santé
Hausse (ampleur et fréquence) des températures extrêmes	Augmentation de la morbidité et de la mortalité liées à la chaleur et au froid
Augmentation de la fréquence et de l'intensité des phénomènes météorologiques extrêmes (tempêtes, etc.) Augmentation des conditions météorologiques inhabituelles	Augmentation de la fréquence et de la gravité des accidents entraînant des blessures, la mort ou un stress psychosocial pendant les excursions de chasse et les déplacements
Hausse de l'exposition au rayonnement ultraviolet	Accroissement des risques de cancer de la peau, de brûlure, de maladie infectieuse, d'affection oculaire (cataractes) et d'immunosuppression

Source : Adapté de Furgal et coll., 2002.

7.3.1.1 Précipitations extrêmes, risques et dangers naturels

L'augmentation des précipitations et l'élévation des températures pourraient accroître les risques d'avalanche et de glissement de terrain auxquels sont exposés les habitants et les collectivités des zones montagneuses du nord. Des avalanches ont déjà provoqué des décès et des dégâts matériels au Nunavik (Québec arctique), au Nunavut, dans les Territoires du Nord-Ouest et au

Yukon. En 2000, à la suite d'une catastrophe qui avait fait l'année précédente 9 morts et 25 blessés dans la collectivité de Kangiqsualujjuaq, au Nunavik, le ministère de la Sécurité publique du Québec a analysé les risques d'avalanche et les mesures préventives (Lied, 2000). Parmi les conditions associées à cette tragédie figuraient la topographie, la précocité des pluies hivernales, le gel, les vents forts et les chutes de neige sur une couche de glace ayant favorisé la déstabilisation de la masse neigeuse. À partir de l'étude effectuée, on a estimé à 50 ans la période de récurrence d'un tel phénomène (Lied, 2000). Les collectivités du Nunatsiavut et d'autres régions ont signalé une hausse de la fréquence des épisodes de gel-dégel au milieu de l'hiver, épisodes pouvant créer des conditions propices aux avalanches (Collectivités du Labrador et coll., 2005). Selon les projections actuelles fournies par les modèles, le réchauffement hivernal devrait être le plus marqué dans la partie orientale de l'Arctique et s'accompagner d'une augmentation des précipitations. Toutefois, la partie occidentale est extrêmement vulnérable; les collectivités les plus menacées sont celles des régions montagneuses du Yukon, où l'on observe déjà une élévation sensible des températures et où l'on prévoit une hausse appréciable des précipitations en hiver.

Les glissements de terrain sont à craindre l'été et l'automne sur les pentes où le pergélisol fond et reçoit de fortes pluies. Plusieurs collectivités de la RCDI (Territoires du Nord-Ouest) et de la baie de l'Arctique (Nunavut) ont observé récemment de tels phénomènes pour la première fois (en mémoire) (Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006). Ils ont pour conséquence de rendre les déplacements plus dangereux dans ces régions (Ford et Smit, 2004; Collectivité d'Arctic Bay et coll., 2005; Barron, 2006; Ford et coll., 2006).

7.3.1.2 Difficulté de prévoir les conditions météorologiques

Dans toutes les régions de l'Arctique canadien, les Autochtones des petites localités isolées déclarent que le temps est devenu plus « atypique » ou moins facile à prévoir et, dans certains cas, que les tempêtes se déplacent plus rapidement qu'autrefois (Huntington et coll., 2005; Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006). Les habitants ayant participé à ces études précisent que la difficulté de prévoir les conditions météorologiques réduit la participation aux activités traditionnelles et de subsistance et limite les déplacements; cela amplifie aussi les risques de se retrouver immobilisé ou de subir un accident loin de la collectivité (Furgal et coll., 2002; Ford et Smit, 2004; Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006). Dans une étude de cas sur la vulnérabilité face aux changements climatiques dans la baie de l'Arctique (Nunavut), Ford et coll. (2006) ont rapporté que « le temps plus orageux » augmentait les dangers de la navigation l'été et rendait plus difficile l'accès à certains territoires de chasse, ce qui a un effet sur l'économie des ménages, qui doivent réparer le matériel endommagé et compenser le manque de ressources alimentaires traditionnelles.

Les accidents de véhicule à moteur (p. ex., motoneige, véhicule tout terrain à quatre roues) causent un grand nombre de décès et d'hospitalisations dans les Territoires du Nord-Ouest et au Yukon, surtout parmi les jeunes Autochtones de sexe masculin qui vivent dans de petites collectivités (GNWT, 2004; CYFN, 2006). Cependant, on ne sait ni si ces blessures sont la conséquence d'accidents survenus dans la collectivité ou à l'extérieur de celle-ci, ni si (ou dans quelle mesure) ces accidents sont associés à des conditions météorologiques mauvaises ou imprévisibles. Certaines données qualitatives laissent croire que l'incidence des blessures subies lors d'un accident augmente dans les petites localités côtières déjà exposées à un environnement naturel variable (Nickels et coll., 2006).

7.3.1.3 Blessures et maladies liées aux températures

C'est en hiver que l'élévation des températures devrait être la plus forte dans le Nord canadien, et un réchauffement encore plus catastrophique (excédant les normales actuelles) est attendu dans l'extrême nord-ouest (Kattsov et coll., 2005). La hausse des températures moyennes en hiver devrait réduire le nombre d'affections dues au froid (p. ex., gelures, hypothermie) au sein des populations nordiques en général, mais surtout chez les personnes les plus exposées (p. ex., résidents autochtones et non-autochtones qui passent de longues périodes à l'extérieur). Selon les résultats de l'enquête régionale sur la santé des Premières Nations du Yukon, 2 %, 7 % et 1 % des blessures et maladies dont ont souffert respectivement les adultes, les jeunes et les enfants étaient dues au froid (hypothermie, gelures et autres) (CYFN, 2006). Les liens entre l'exposition à de basses températures et les comportements humains sont néanmoins complexes. Par exemple, le réchauffement hivernal pourrait s'accompagner d'une plus grande instabilité des conditions météorologiques, auquel cas les résidents pourraient être davantage exposés au froid lors de tempêtes et d'autres conditions dangereuses survenant alors qu'ils se trouvent loin du village. Il est donc possible que la courbe des affections liées au froid n'accuse pas une baisse linéaire.

Ces dernières années, quelques cas de détresse respiratoire ont été signalés chez les personnes âgées du Nunatsiavut et du Nunavik lors de très chaudes journées d'été (Furgal et coll., 2002). Bien que la modélisation actuelle des valeurs extrêmes ne permette pas de prévoir précisément les températures maximales, Messner (2005) a établi que, dans le Nord de la Suède, une hausse des températures de 1 °C seulement était associée à une augmentation de 1,5 % des infarctus aigus du myocarde n'ayant pas entraîné la mort. Il avance que ce chiffre pourrait s'expliquer par un dérèglement de l'adaptation qui accentuerait la prédisposition aux maladies athéroscléreuses (Messner, 2005). Les taux actuels d'infarctus aigus du myocarde et de décès d'origine cardiovasculaire sont plus faibles chez les populations nordiques que dans l'ensemble du Canada (tableau 7.5). En revanche, les maladies cardiovasculaires et respiratoires en général constituent de fréquentes causes de décès et d'hospitalisation dans de nombreuses régions du Nord (GNWT, 2004). Il est probable qu'à mesure qu'évolueront les conditions de base, les fluctuations du système climatique se traduiront par de nouvelles températures et par des extrêmes de chaleur qui seront sans doute plus fréquents et viendront s'ajouter aux difficultés sanitaires (p. ex., températures quotidiennes supérieures à 30 °C en été) (Kattsov et coll., 2005).

7.3.2 Effets indirects du changement et de la variabilité du climat

Les répercussions que les changements climatiques peuvent indirectement avoir sur la santé sont surtout liées aux facteurs suivants :

- la variation des températures et incidence sur l'état des glaces;
- la variation de l'exposition aux maladies transmises par les animaux (zoonoses);
- l'évolution des conditions naturelles qui influent sur la reproduction des espèces animales et sur la possibilité de les capturer, et sur la qualité et la salubrité des espèces consommées (sécurité alimentaire liée à l'alimentation traditionnelle);
- la variation de l'exposition à des agents pathogènes d'origine alimentaire et hydrique;
- la fonte du pergélisol et ses conséquences pour l'infrastructure sanitaire;
- l'évolution des températures stratosphériques et accélération de l'appauvrissement de la couche d'ozone modifiant l'exposition au rayonnement ultraviolet (UV); et
- les effets conjugués des changements environnementaux et autres sur le bien-être social et mental (tableau 7.9).

Tableau 7.9 Résumé des effets potentiels indirects du climat sur la santé au Nunavik et au Labrador

Changements climatiques observés	Effets potentiels indirects sur la santé
Hausse (ampleur et fréquence) des températures extrêmes	Augmentation de l'incidence et de la transmission des maladies infectieuses et des perturbations psychosociales
Baisse de l'étendue et de la stabilité des glaces et de la durée d'englacement	Augmentation de la fréquence et de la gravité des accidents entraînant des blessures, la mort ou un stress psychosocial pendant les excursions de chasse et les déplacements Accès réduit à la nourriture provenant du milieu naturel, déclin de la sécurité alimentaire et effritement des valeurs sociales et culturelles liées à la préparation, au partage et à la consommation de nourriture traditionnelle
Modification de la composition de la neige (neige moins adaptée à la construction des igloos en raison d'une plus forte humidité)	Difficulté de construire des abris (igloos) pendant les excursions
Expansion de l'aire de répartition des agents infectieux déjà présents ou nouveaux et augmentation de leur activité (mouches piqueuses, etc.)	Exposition accrue aux maladies à transmission vectorielle existantes ou nouvelles
Modification de l'écologie locale des agents infectieux d'origine hydrique et alimentaire	Hausse de l'incidence de la diarrhée et d'autres maladies infectieuses Apparition de nouvelles maladies
Fonte accrue et diminution de la stabilité du pergélisol	Atteinte à la stabilité de l'infrastructure de santé publique, de logement et de transport Perturbations psychosociales associées à la relocalisation (partielle ou complète) des collectivités
Élévation du niveau de la mer	Perturbations psychosociales associées à la détérioration de l'infrastructure et à la relocalisation (partielle ou complète) des collectivités
Intensification de la pollution atmosphérique (contaminants, pollens et spores)	Augmentation de l'incidence des maladies respiratoires et cardiovasculaires, hausse de l'exposition aux contaminants environnementaux et de leurs effets

Source : Adapté de Furgal et coll., 2002.

7.3.2.1 Réchauffement du climat et état des glaces

Tant les études scientifiques que les observations sur place révèlent que la période d'eaux libres s'allonge dans l'ensemble du Nord canadien et que l'épaisseur des glaces diminue, tout comme l'étendue totale des glaces de mer (Huntington et coll., 2005; Walsh et coll., 2005; Nickels et coll., 2006). La zone maritime englacée a perdu de 5 à 10 % de son étendue au cours des dernières décennies, de même que l'étendue et l'épaisseur de la glace de plusieurs années dans la partie centrale de l'Arctique (Walsh et coll., 2005). Depuis le début du 20e siècle, une débâcle hâtive et un englacement tardif ont prolongé de trois semaines parfois la période pendant laquelle les cours d'eau et les lacs sont libres de glace. Les projections des modèles montrent que les tendances récentes devraient se maintenir tout au long du présent siècle. C'est dans la mer de Beaufort que le recul des glaces et leur fonte en été seraient les plus marqués (Walsh et coll., 2005). Flato et Brown (1996) ont estimé que chaque degré Celsius d'élévation des températures pourrait réduire l'épaisseur de la banquise côtière d'environ 0,06 m, et sa durée, de 7,5 jours. Cela se traduirait, selon Ford et coll. (2006), par un amincissement de 50 cm et un raccourcissement de la durée d'englacement de 2 mois d'ici 2080 à 2100 pour des collectivités telles qu'Arctic Bay, au Nunavut.

La glace crée une plate-forme stable permettant à de nombreux habitants du Nord de se déplacer et de pratiquer la chasse. Elle est essentielle à la reproduction et à la survie de certaines espèces marines de l'Arctique (phoque annelé et ours polaire) qui sont importantes pour la population

autochtone. Le déplacement de la saison des glaces et la solidité de la plate-forme ainsi constituée sont déterminants pour la sécurité des résidents qui s'adonnent à des activités hors des collectivités, qu'ils soient autochtones ou non. Les Inuits estiment qu'en raison de la modification des caractéristiques de la glace, il est plus dangereux de s'éloigner des villages et plus difficile d'atteindre les zones de chasse et de se procurer la nourriture traditionnelle (Riedlinger et Berkes, 2001; Huntington et coll., 2005; Nickels et coll., 2006) (pour plus de détails, voir la section 7.3.2.4 consacrée à la sécurité alimentaire). Les habitants de certaines collectivités ont l'impression que la modification de l'état des glaces a augmenté le nombre d'accidents et de noyades (Barrow et coll., 2004; Lafortune et coll., 2004), mais aucune étude n'a encore été effectuée pour confirmer ces tendances. Les travaux de Nickels et coll. (2006) et de Ford et coll. (2006) mentionnent les répercussions qu'ont, sur l'économie des ménages inuits, la perte des revenus tirés des peaux de phoque et du narval, les dommages subis par le matériel et l'impossibilité de se procurer certains aliments dans le milieu naturel.

Enfin, les résidents autochtones de toutes les régions nordiques indiquent que la modification de l'état des glaces nuit à la cohésion sociale et au bien-être mental, car elle perturbe le cycle normal des activités hors des collectivités et le partage de la nourriture traditionnelle (Huntington et coll., 2005). Des effets similaires sur les activités de chasse et de pêche, la sécurité des habitants et le bien-être social et culturel sont signalés en rapport avec la fréquence de conditions météorologiques inhabituelles (Berner et coll., 2005; Huntington et coll., 2005; Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006).

7.3.2.2 Hausse de l'exposition au rayonnement UV

L'augmentation des concentrations de GES dans l'atmosphère et la rétention de chaleur qui en résulte sous la stratosphère causera un refroidissement stratosphérique ce qui risque d'accroître la fréquence et la gravité des épisodes d'appauvrissement de la couche d'ozone (Weatherhead et coll., 2005). Les concentrations d'ozone stratosphérique ont une incidence sur le rayonnement UV qui parvient jusqu'à la surface du globe; c'est ainsi que s'établit le lien entre les émissions de gaz à effet de serre, les changements climatiques et le rayonnement UV. La communauté internationale a pris des mesures pour réduire et éliminer l'utilisation des substances qui appauvrissent la couche d'ozone (Protocole de Montréal), mais la couche d'ozone ne devrait pas se reconstituer avant le milieu du siècle, car les substances visées restent longtemps dans l'atmosphère (De Fabo, 2005). La diminution de l'ozone aux latitudes polaires est la plus marquée à la fin de l'hiver et au début du printemps (Weatherhead et coll., 2005), alors que les habitants de l'Arctique canadien s'adonnent à de nombreuses activités extérieures. Il est donc important d'étudier les risques que la hausse de l'exposition au rayonnement UV fait peser sur la santé humaine dans le contexte des changements climatiques. Les taux actuels de cancer de la peau sont bas dans les régions nordiques, mais les résidents souffrent davantage d'éruptions cutanées, de brûlures et d'ophtalmie des neiges depuis plusieurs décennies. De plus, ces maladies sont signalées dans des régions où elles étaient autrefois absentes (Furgal et coll., 2002; Huntington et coll., 2005; Nickels et coll., 2006). L'exposition aux rayons UV a été associée, entre autres, à des cas de mélanome, de cataractes, d'immunosuppression et de lymphome non hodgkinien chez l'humain. On manque de données sur l'incidence et la distribution de ces conditions, ainsi que sur leurs liens avec les niveaux actuels d'exposition au rayonnement UV. Il convient néanmoins de s'y intéresser puisqu'une baisse de l'ozone et une hausse du rayonnement UV atteignant la surface terrestre sont projetées pour plusieurs décennies encore (Weatherhead et coll., 2005). C'est particulièrement important dans le cas des habitants du Nord fréquemment exposés au soleil pendant de longues périodes, tels que les Autochtones qui passent beaucoup de temps à chasser et à se déplacer à la fin de l'hiver et au début du printemps.

7.3.2.3 Maladies nouvelles et émergentes

Le réchauffement du climat qui survient pendant les épisodes El Niño/oscillation australe a été associé à des maladies de mammifères marins, d'oiseaux, de poissons, de mollusques et de crustacés. Parmi ces maladies figurent le botulisme, la maladie de Newcastle, l'entérite virale du canard, l'influenza des oiseaux marins et une épidémie virale du type herpétique chez l'huître. Il est donc probable que l'évolution à long terme des températures découlant des changements climatiques s'accompagnera d'une modification du type et de l'incidence des maladies et des épidémies que ces espèces peuvent transmettre à l'homme (Bradley et coll., 2005).

Un épisode El Niño/oscillation australe se caractérise par une diminution des alizés de l'ouest et une élévation persistante de la température de la mer en surface, au large de la côte ouest de l'Amérique du Nord et de l'Amérique du Sud, qui instaurent pendant une ou deux années un climat plus chaud et plus humide sur le continent américain.

De nombreuses zoonoses sont présentes chez les espèces hôtes de l'Arctique, par exemple la tularémie chez le lapin, le rat musqué et le castor, la rage chez le renard (Dietrich, 1981), la brucellose chez les ongulés, le renard et l'ours, l'échinococcose chez les rongeurs ou les canins (Chin, 2000), la trichinellose chez le morse et l'ours polaire, et la cryptosporidiose chez les mammifères marins (phoque annelé) et terrestres. La présence de ces maladies dans les régions devrait changer, car leur propagation se fait par des facteurs liés à la température, par exemple le déplacement des populations animales et la contamination des eaux de surface consommées par les populations de l'Arctique.

Dans les Territoires du Nord-Ouest, les agents pathogènes à transmission hydrique et alimentaire les plus courants sont *Giardia* (eau potable contaminée) et *Salmonella* et *Campylobacter* (aliments contaminés, généralement non pasteurisés, consommés crus ou insuffisamment cuits) (GNWT, 2005). D'importantes zoonoses sont survenues dans certaines régions. Ainsi, 11 flambées de trichinose totalisant 86 cas confirmés ont été rapportées au Nunavik depuis 1982. La chair de morse était en cause dans 97 % des cas (Proulx et coll., 2000), mais aucun décès dû à l'infection n'a été signalé. Le nombre de cas d'infection par *Campylobacter* et *Salmonella* a diminué ces dernières années dans les Territoires du Nord-Ouest (GNWT, 2005). En revanche, une augmentation des parasites chez le caribou a été observée récemment dans le centre et l'est de l'Arctique, et les chasseurs se demandent si l'on peut consommer cette viande sans danger (Nickels et coll., 2006). Kutz et coll. (2004) ont décrit le rôle que le réchauffement du climat, l'effritement des habitats et la variation d'autres facteurs écologiques ont joué dans l'émergence de trois espèces de nématodes chez le bœuf musqué dans le centre et l'ouest de l'Arctique. Un de ces nématodes pourrait contribuer à la régulation démographique du bœuf musqué sur l'île Banks, au Nunavut.

Courtoisie de Peter Langer

De même, le taux de survie à l'hiver et l'aire de répartition de certains insectes progressent en raison de l'élévation des températures, ce qui peut favoriser l'apparition de nouvelles pathologies dans les régions arctiques ou accroître les risques d'infection par des agents endémiques (Parkinson et Butler, 2005). La répartition des insectes devrait changer avec le réchauffement de l'Arctique et faire augmenter l'incidence des maladies chez les populations humaines (Bradley et coll., 2005; Parkinson et Butler, 2005). Il est possible que les changements climatiques aient déjà entraîné un déplacement vers les latitudes boréales des zones touchées par l'encéphalite à tiques (Rogers et Randolph, 2006). Plusieurs études donnent à penser que la hausse des températures continuera à favoriser la progression vers le nord de l'*Ixodes scapularis,* vecteur de la maladie de Lyme; on craint que des températures propices à cette tique existent dans les Territoires du

Nord-Ouest dès les années 2080 (Ogden et coll., 2006). La propagation du typographe européen de l'épinette et sa contribution à la hausse des risques d'incendie de forêt au Yukon, avec les répercussions éventuelles sur les habitants, montrent une fois encore de quelle manière les insectes et les changements climatiques peuvent accroître les risques auxquels sont exposées les populations humaines (Furgal et Prowse, 2008). Dans la RCDI (Territoires du Nord-Ouest), touchée par un fort réchauffement ces dernières décennies, les habitants ont observé un plus grand nombre et de nouvelles espèces d'insectes, y compris des mouches piqueuses et des abeilles (Barrow et coll., 2004; Nickels et coll., 2006).

Aucune mesure concertée n'a été prise à ce jour pour étudier et cataloguer les zoonoses endémiques et possibles dans le Nord canadien. Peu de recherches ont tenté de mesurer ces zoonoses d'une manière qui permette d'évaluer ou de suivre précisément les effets des changements climatiques. Gosselin et coll. (2006a, 2006b) étudient actuellement les systèmes de surveillance en santé environnementale dans le Nord canadien. Malheureusement, les données dont on dispose sur nombre de zoonoses des régions nordiques sont encore insuffisantes pour permettre une évaluation comparée au sein de la région.

7.3.2.4 Sécurité alimentaire

La sécurité alimentaire ne consiste pas seulement à disposer d'une quantité suffisante de nourriture, mais aussi à pouvoir obtenir assez de nourriture nutritive et salubre. Il s'agit là d'un déterminant important de la santé, du bien-être culturel et social, de la justice et de la dignité (McIntyre et coll., 2003).

> On entend par sécurité alimentaire la possibilité pour les ménages et les particuliers de se procurer en permanence une nourriture suffisamment nutritive, de manière conforme aux aspirations et à la dignité humaine (Yaro, 2004).

Une personne en situation d'insécurité alimentaire (c'est-à-dire ne jouissant pas d'une sécurité alimentaire) risque davantage de souffrir d'embonpoint, de maladies chroniques, de problèmes de santé mentale et de difficultés d'apprentissage (McIntyre et coll., 2003). Au Canada, les jeunes, les femmes et les Autochtones déclarent plus souvent que le reste de la population souffrir d'insécurité alimentaire (McIntyre et coll., 2003; Ledrou et Gervais, 2005). Ce sont les habitants du Nord qui signalent le plus en souffrir à l'échelle des ménages, le taux étant quatre fois supérieur à la moyenne nationale au Nunavut (Statistique Canada, 2005) (figure 7.4). Le régime alimentaire de nombreux habitants des collectivités nordiques se compose à la fois de nourriture provenant de l'extérieur de la région et de nourriture prélevée du milieu. Les aliments commercialisés sont apportés par avion, par camion (selon la saison ou tout au long de l'année), par bateau ou par plusieurs de ces moyens de transport. Ainsi, les changements climatiques peuvent nuire à la sécurité alimentaire par leurs effets sur l'accès à la nourriture du milieu environnant, sa disponibilité ou la qualité, mais aussi par leurs effets sur les réseaux de transport entre le Nord et les sources d'approvisionnement du sud.

Nourriture traditionnelle

Les Autochtones entretiennent des liens forts et vitaux avec l'environnement de l'Arctique par la chasse, la pêche et la cueillette d'espèces animales et végétales pour assurer leur subsistance ou respecter leurs traditions, ce qui les distingue des autres habitants du Nord. Les activités liées à la nourriture locale sont déterminantes sur le plan économique et alimentaire; elles concourent également à maintenir les liens sociaux et à préserver l'identité culturelle (Nuttall et coll., 2005). Les aliments prélevés sur les terres, en mer, dans les lacs et les cours d'eau apportent encore

d'importantes quantités de protéines et contribuent à combler ou à dépasser les besoins quotidiens en vitamines et autres nutriments essentiels. Certains protègent aussi contre plusieurs types de maladies cardiovasculaires et contre la toxicité des contaminants (Blanchet et coll., 2000; Kuhnlein et coll., 2000; Van Oostdam et coll., 2005).

Une étude menée dans l'ensemble du Nord canadien auprès des Premières Nations du Yukon, des Dénés, des Métis et des Inuits a apporté des précisions sur la régularité de consommation de tels aliments (tableau 7.10). Au Yukon, la nourriture traditionnelle composait 50 % ou plus de l'apport en éléments nutritifs importants tels que les protéines, le fer, le zinc et la vitamine B12 dans le régime alimentaire des Premières Nations (Receveur et coll., 1997). L'enquête régionale sur la santé (CYFN, 2006) a récemment fourni des chiffres comparables pour la majorité des répondants (81 % des adultes, 72 % des jeunes et 65 % des enfants). Il en allait de même chez les Dénés et les Métis des Territoires du Nord-Ouest, où la consommation quotidienne de nourriture provenant du milieu naturel s'élevait à 144 g chez les femmes et à 235 g chez les hommes (Kuhnlein et Receveur, 2001). Par ailleurs, le régime des habitants était plus équilibré en lipides saturés, sucre et glucides les jours où ils ingéraient de tels aliments. Des résultats similaires ont été obtenus en ce qui a trait à la part du régime alimentaire et à l'apport de substances nutritives et d'énergie parmi les Inuits des Territoires du Nord-Ouest, du Nunavut et du Nunatsiavut. La contribution à l'apport énergétique total allait de 6 % dans les collectivités proches des grands centres régionaux à 40 % et plus dans les villages éloignés (Kuhnlein et Receveur, 2001). En dépit de l'importance que revêt la nourriture prélevée dans le milieu naturel, leur consommation par les populations nordiques est à la baisse alors que la proportion des aliments commerciaux est à la hausse, comme chez beaucoup d'autres groupes autochtones (Kuhnlein, 1992; Wein et Freeman, 1992). La tendance est particulièrement nette chez les jeunes et dans les collectivités où il est facile de se procurer des denrées commercialisées (Receveur et coll., 1997). Elle se traduit par une consommation accrue de glucides et de lipides saturés et ce qui devrait modifier l'incidence des maladies de type occidental au sein de ces populations (p. ex., hausse du taux d'obésité, des diabètes et des cardiopathies).

Tableau 7.10 Cinq produits alimentaires traditionnels les plus couramment consommés (moyenne annuelle du nombre de jours par semaine)

Population*	Produit alimentaire et moyenne annuelle du nombre de jours par semaine où il est consommé				
Yukon	Orignal 1,6	Caribou 0,7	Saumon 0,6	Ombre 0,4	Truite 0,1
Dénés et Métis					
Gwich'in	Caribou 3,2	Corégone 1,3	Coney 0,5	Orignal 0,3	Macreuse 0,2
Sahtu	Caribou 2,5	Orignal 1,0	Truite 0,8	Corégone 0,7	Cisco 0,3
Dogrib	Caribou 3,9	Corégone 1,2	Truite 0,2	Orignal 0,2	Doré jaune 0,2
Deh-cho	Orignal 2,7	Corégone 0,9	Caribou 0,8	Tétras 0,4	Brochet 0,3
South-Slave	Orignal 2,2	Caribou 1,9	Corégone 1,8	Truite 0,4	Lagopède 0,2
Inuit					
Inuvialuit	Caribou 1,8	Omble 0,5	Oie 0,2	Poisson blanc 0,2	Bœuf musqué 0,1
Kitikmeot	Caribou 1,2	Omble 0,9	Bœuf musqué 0,3	Truite 0,3	Eider 0,2
Kivalliq	Caribou 1,9	Omble 0,4	Camarine noire 0,2	Muktuk de béluga 0,2	Truite 0,1
Baffin	Caribou 1,3	Phoque 1,0	Omble 0,9	Muktuk de narval 0,2	Muktuk de béluga 0,1
Labrador (Nunatsiavut)	Caribou 1,3	Truite 0,5	Perdrix 0,3	Chicouté 0,3	Omble 0,2

* Pour chaque population, les produits alimentaires sont énumérés dans un ordre décroissant de consommation de la gauche à la droite.

Source : Adapté de Kuhnlein et coll., 2002.

Les changements climatiques menacent la sécurité alimentaire liée à la nourriture traditionnelle dans les régions du Nord par leurs effets sur l'abondance des animaux sauvages, sur la possibilité de les capturer et sur la qualité et la salubrité des espèces consommées. Une mortalité massive et une rapide diminution des hardes de caribous dans les parties centrale et occidentale de l'Arctique ont été associées à la difficulté pour ces animaux de trouver des plantes fourragères l'hiver (p. ex., lichen et autres végétaux) en raison de la rudesse des conditions météorologiques — fortes précipitations de neige et fréquence du gel due à la variabilité des températures, pluie verglaçante, etc. (Miller et Gunn, 2003; Harding, 2004; Gunn et coll., 2006; Tesar, 2007). Le déclin a été si grave ces dernières années que les gestionnaires envisagent de restreindre la chasse, même pour les habitants, dans le souci de préserver les hardes et de favoriser leur rétablissement (Tesar, 2007). Les habitants du Yukon (Beaver Creek) et des Territoires du Nord-Ouest (Dénés Deh Gah Gotie, Fort Providence) sont témoins de changements climatiques qui réduisent la présence de certaines espèces et la possibilité de les capturer et, par conséquent, qui entraîne sans doute une baisse de l'apport nutritif provenant de la nourriture traditionnelle (Guyot et coll., 2006). Dans certains cas, les habitants sont contraints d'abandonner ou d'adapter leurs activités et de diminuer leur consommation de certaines espèces, tandis que, dans d'autres cas, ils peuvent accroître les prises d'autres animaux qui parviennent en plus grand nombre dans leur région. Des études réalisées auprès des Inuits de toute la région nordique, dont celles de Riedlinger (1999), Furgal et coll. (2002), Ford et coll. (2006) et Nickels et coll. (2006), ont fourni des résultats similaires.

La baisse du niveau des eaux dans les rivières et les étangs du Labrador a un effet négatif sur la pêche et sur la santé des poissons (Furgal et coll., 2002; Collectivités du Labrador et coll., 2005). La force accrue des vents au Nunavut et au Nunavik rend les déplacements et la chasse en bateau plus difficiles et plus dangereux en été, réduisant les possibilités de capturer des phoques et des baleines en eaux libres (Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006). Dans la RCDI, au Nunavut et au Nunavik, l'allongement de la période d'eaux libres et l'amincissement de l'épaisseur de la glace imputables à l'élévation des températures hivernales rendraient plus difficile et plus périlleuse la capture d'espèces tributaires des glaces (p. ex., phoque annelé, ours polaire) et d'autres animaux généralement chassés à partir de la banquise (p. ex., narval) (Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006). D'intenses recherches sont en cours sur les répercussions que ces modifications et d'autres effets des changements climatiques ont sur la consommation d'espèces sauvages par habitant et sur l'apport de substances nutritives provenant de ces aliments dans l'ensemble des collectivités de l'Arctique.

La nourriture prélevée dans le milieu naturel est certes bénéfique pour la santé, mais elle constitue aussi la principale source d'exposition aux contaminants de l'environnement, tels que les polychlorés odiphényles (PCB), le mercure et le plomb (Van Oostdam et coll., 2005). L'ingestion, le transport et le dépôt de nombre d'entre eux variant selon les températures, il est probable que le réchauffement du climat modifiera indirectement l'exposition humaine à ces contaminants qui affectent notamment les fonctions immunitaires et neuromotrices chez l'enfant (AMAP, 2003; Després et coll., 2005; Kraemer et coll., 2005). Selon Booth et Zeller (2005), le réchauffement climatique projeté au cours du siècle dans l'Atlantique Nord (0,4 à 1,0 °C) favorisera la méthylation du mercure et augmentera, par conséquent, de 1,7 à 4,4 % les concentrations de cet élément chez les espèces marines. De telles hausses pourraient avoir une incidence sur l'exposition humaine qui se fait par la consommation de certains poissons et mammifères marins dans ces régions. Les fœtus et les jeunes mères sont les plus vulnérables face aux contaminants (Van Oostdam et coll., 2005). Les niveaux actuels d'exposition au mercure et à d'autres polluants dépassent les recommandations canadiennes et internationales dans certains segments de la population du Nunavik et du Nunavut; on tente d'y remédier par la diffusion d'avis et de conseils de consommation (Van Oostdam et coll., 2005).

Denrées commerciales

Courtoisie de Peter Langer

Les aliments mis en marché sont consommés de manière variable d'une région, d'une collectivité et d'un ménage à l'autre. Ainsi, au Nunavik, dans les Territoires du Nord-Ouest et au Yukon, ils occupent une moins grande place dans le régime alimentaire des Autochtones, des personnes d'un certain âge et des habitants de zones éloignées d'un grand centre régional (p. ex., Yellowknife, Whitehorse, Kuujjuaq) (Blanchet et coll., 2000; Kuhnlein et coll., 2000; Van Oostdam et coll., 2005). La proportion de personnes qui consomment les quantités recommandées d'aliments tels que les fruits et légumes est considérablement plus basse dans le Nord que dans l'ensemble du Canada, en particulier au Nunavut (Statistique Canada, 2005). Dans les Territoires du Nord-Ouest, les hommes et les personnes d'un certain âge ont moins de chances que le reste de la population de « bien manger », au sens du *Guide alimentaire canadien pour manger sainement* (GNWT, 2005). Une part non négligeable de l'apport énergétique quotidien provient quand même, chez les Autochtones comme chez les non-Autochtones du Nord, des denrées commercialisées, et la possibilité de se procurer une nourriture salubre, saine et nutritive est importante pour la croissance et le développement.

Des modifications à l'infrastructure essentielle des transports dans le Nord pourraient avoir des répercussions sur l'acheminement des denrées commerciales et, par conséquent, sur leur accès et leur prix dans les petites localités isolées, où de nombreux articles sont déjà prohibitifs (tableau 7.7). Le réchauffement du climat et le dégel du pergélisol nuisent à l'état des routes de glace et des routes praticables toute l'année; ils restreignent aussi la possibilité d'utiliser les bandes d'atterrissage et de profiter de la sécurité offerte par ces dernières. Lors d'un atelier organisé en 2003 par Transports Canada sur les effets des changements climatiques, des représentants régionaux ont signalé que l'infrastructure subissait déjà de profondes modifications. Allard et coll. (2002) ont réalisé une étude au Nunavik, qui ne possède pas de réseau routier, selon laquelle les bandes d'atterrissage sont instables en raison de la fonte du pergélisol. D'un autre côté, l'allongement de la période d'eaux libres dû à la diminution de l'étendue des glaces de mer permettra aux navires d'atteindre davantage de collectivités côtières douze mois par année et rendra plus viable le transport par bateau ou barge. En outre, il est possible que la hausse des températures permette de produire des aliments dans certaines régions, réduisant le stress que crée la dépendance à l'égard du réseau de transport. Des températures plus basses en été et une saison de culture plus longue dans la partie occidentale de l'Arctique, par exemple, pourraient aider à établir une agriculture nordique à petite échelle; les habitants disposeraient ainsi d'une nouvelle source d'approvisionnement qui pourrait être plus économique dans ces régions où les aliments sont souvent coûteux et difficiles à obtenir. D'après Mills (cité dans GIEC, 2001), une vaste étendue de terres (39 à 57 millions d'hectares) pourrait se prêter à une agriculture nordique dans l'ouest de l'Arctique selon les scénarios climatiques de l'avenir.

Il est difficile de dire quels seront les effets conjugués des changements climatiques sur la sécurité alimentaire et la santé en raison de la complexité que présente l'analyse des tendances et des influences possibles du climat sur le régime alimentaire total (nourriture

traditionnelle et commercialisée). Des facteurs locaux liés à la disponibilité et à l'accessibilité entrent en jeu, y compris des forces économiques, techniques et politiques. Il faut aussi bien comprendre ce que le milieu local est en mesure de fournir à long terme en ce qui concerne la faune et d'autres ressources alimentaires.

7.3.2.5 Accès à l'eau

L'eau est très présente dans l'Arctique, sous forme de glace, de précipitation ou de plans d'eau de surface, mais on a de bonnes raisons de craindre que les changements climatiques aient et continuent d'avoir des effets négatifs sur la quantité et la qualité des ressources en eau douce dans la région (Walsh et coll., 2005). Les habitants des collectivités nordiques se sont déclarés inquiets de la qualité de l'eau lors de l'Enquête auprès des peuples autochtones de 2001. La proportion d'Inuits qui pensent que l'eau qu'ils boivent chez eux est impropre à la consommation va de 9 % au Labrador à 43 % au Nunavik. Ce chiffre atteint 25 % chez les Premières Nations du Yukon (CYFN, 2006). Dans le rapport sur l'eau potable au Canada publié par le Sierra Legal Defence Fund (2006), les territoires du Nord étaient très mal classés en ce qui a trait à l'adoption et à l'imposition de normes, de critères d'analyse et d'exigences de certification pour les installations d'épuration et à la mise en place de protocoles de communication publique. Néanmoins, l'incidence du parasite *Giardia* semble décroître dans les Territoires du Nord-Ouest (4,7 cas par 10 000 en 1991, contre 2,9 cas par 10 000 en 2002), tandis que celle de la bactérie *Escherichia coli* n'aurait guère varié au cours de la même période (GNWT, 2005).

L'eau à usage domestique est acheminée et entreposée de différentes façons dans les collectivités nordiques : prélèvement dans un lac ou un réservoir situé à proximité, à une plus haute altitude que le village, puis acheminement par gravité jusqu'aux maisons; distribution par un réseau aérien sous coffrage à partir d'une installation de traitement (quelques collectivités des Territoires du Nord-Ouest et du Nunavut); transport par camion jusqu'à chaque résidence, puis entreposage dans des réservoirs (dans la plupart des villages nordiques); collecte dans des seaux et distribution par un système individuel jusqu'aux maisons (Fandrick, 2005). Dans l'une des rares études consacrées à l'eau potable dans les collectivités du Nord et à la vulnérabilité de ces dernières face aux modifications de l'environnement, Martin (2005) a indiqué que 30 % environ des habitants du Nunavik préfèrent utiliser de l'eau brute (non traitée) prélevée directement dans une source naturelle (rivière ou ruisseau) pour combler leurs besoins domestiques. Ce chiffre est de 2 % au sein des Premières Nations du Yukon (CYFN, 2006). Ayant analysé différentes sources d'approvisionnement en eau à l'intérieur et à proximité de 14 communautés du Nunavik, Martin et coll. (2005b) ont indiqué que l'eau présente dans les réservoirs domestiques était potable et de bonne qualité microbiologique. Par contre, l'eau non traitée prélevée dans la nature, souvent conservée ensuite dans des récipients en plastique à l'intérieur des maisons, était fréquemment contaminée. Il arrivait plus souvent que des récipients en plastique soient plus contaminés que des réservoirs. L'analyse d'échantillons prélevés dans les sources naturelles proches de la collectivité et couramment utilisées pour se désaltérer a révélé que les concentrations d'*Escherichia coli* et d'*Enterococcus* étaient trop grandes pour que l'on puisse boire l'eau en question (≥1 par 100 ml). Martin et coll. (2005a) ont étudié les antécédents de maladies transmises par l'eau au Nunavik (tableau 7.11) et ont décrit les effets possibles des changements climatiques sur les sources d'eau et sur les méthodes de distribution et d'entreposage. Les modifications dues au climat auraient une incidence sur la quantité, la qualité et l'accessibilité des ressources en eau potable, notamment dans les petites collectivités isolées du Nord (Moquin, 2005). Il est nécessaire de prioriser les utilisations quand et là où l'accès à une eau salubre est limité. Il est primordial que l'eau destinée à la consommation et à la cuisson des aliments soit saine; si l'approvisionnement est restreint, la population risque de manquer d'eau pour maintenir un milieu hygiénique, ce qui peut contribuer à la propagation des maladies infectieuses.

Tableau 7.11 Maladies vraisemblablement transmises par l'eau au Nunavik (1990 – 2002)

Maladie	Agent	Maladie à déclaration obligatoire	Nombre total de cas 1990 – 2002
Giardiase	*Giardia duodenalis* (P)	X	52
Salmonellose	*Salmonella* spp. (B)	X	18
Amébiase	*Entamoeba histolytica* (P)	X	2
Campylobactériose	*Campylobacter* spp. (B)	X	14
Méningite à entérovirus	Plusieurs entérovirus (V)	X	12
Gastroentérite *(Escherichia coli)*	Entérotoxinogène *E. coli* (B) Entérohémorragique *E.coli* (B)	X	2
Hépatite A	Hépatite A (V)	X	1
Shigellose	*Shigella* spp. (B)	X	240
Fièvre typhoïde	*Salmonella typhi* (B)	X	1
Infection à virus de Norwalk	Virus de Norwalk (V)		
Cryptosporidiose	*Cryptosporidium parvum* (P)		
Gastrite à *Helicobacter pylori*	*Helicobacter pylori* (B)		
Toxoplasmose	*Toxoplasma gondii* (P)		

Nota : P = protozoaire; B = bactérie; V = virus; x = maladie à déclaration obligatoire.

Source : Martin et coll., 2005a

« L'eau douce n'est plus aussi bonne qu'avant. Elle a un goût de vase, car elle ne circule pas assez. Il y a beaucoup moins d'eau dans les ruisseaux... Certaines sources ont disparu. » [Traduction]

(Résident, Collectivité de Tuktoyaktuk et coll., 2005)

« Quand il pleut, et il pleut beaucoup, l'eau est moins bonne à cause des bactéries, entre autres. La qualité de l'eau empire chaque année et on reçoit de plus en plus d'avis nous recommandant de faire bouillir l'eau. » [Traduction]

(Résident, Collectivité de Kangiqsujuaq et coll., 2005)

« Autrefois, les glaciers atteignaient la mer. Ils ont tous reculé, parfois tellement qu'on ne les voit plus. La neige qui restait toute l'année dans les endroits abrités du soleil a commencé à fondre et il n'y en a plus l'été... les Inuits en ont absolument besoin pour faire le thé. » [Traduction]

(Pijamini, NTI (2001) Elders' Conference)

Selon les observations des membres de collectivités nordiques, la hausse des températures dans l'ouest de l'Arctique favorise le développement d'algues et d'autres plantes dans les cours d'eau, ce qui nuit à la quantité et à la qualité des ressources en eau destinées à la consommation (Barron, 2006; Nickels et coll., 2006). Dans l'est de l'Arctique, les habitants ont fait état de modifications dans les régimes des précipitations qui auraient des conséquences sur la qualité de l'eau. Les collectivités de certaines régions ont signalé une baisse de la quantité et de la qualité de l'eau destinée à des usages précis, à certains moments de l'année.

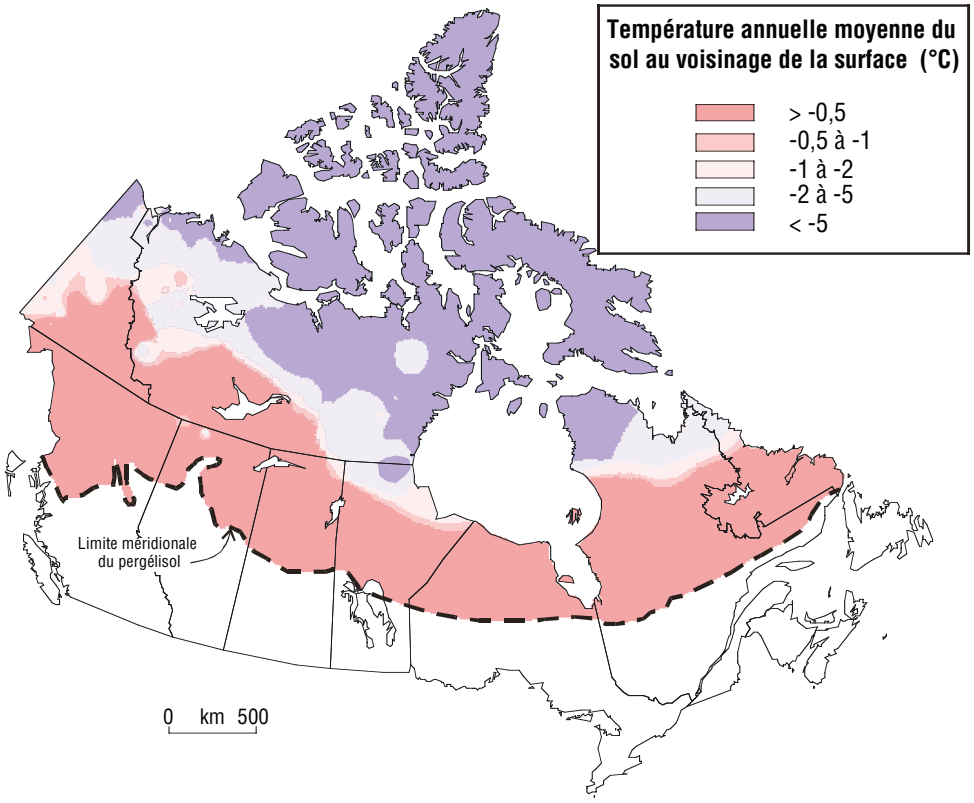
7.3.2.6 Pergélisol, érosion côtière et infrastructure communautaire

Le pergélisol est présent sous plus de 40 % des terres émergées du Canada, mais sa température est supérieure à -2 °C sur la moitié de cette superficie; il est donc sensible à la variation des températures moyennes, et les projections actuelles des modèles climatiques montrent qu'il risque d'être perturbé (Smith et coll., 2003) (figure 7.5). Le nord-ouest de l'Arctique canadien est particulièrement fragile, car les couches supérieures du pergélisol se sont déjà nettement réchauffées (Burn, cité dans Couture et coll., 2003). Dans la région d'Ungava, au Nunavik, la température de la couche superficielle du sol a augmenté de près de 2 °C à certains endroits depuis le milieu des années 1990 (Brown et coll., 2000; Allard et coll., 2002). L'infrastructure dans les zones côtières de faible élévation

ou dans les zones présentant un risque élevé de fonte du pergélisol est la plus vulnérable face aux changements climatiques à cause des forces combinées qu'exercent l'élévation du niveau de la mer et l'érosion du littoral, auxquelles s'ajoutent le dégel et l'instabilité du pergélisol. Selon Nelson et coll. (2002), c'est dans le nord-ouest de l'Arctique canadien (delta du Mackenzie) que l'infrastructure est la plus menacée. Les conséquences sont graves pour les installations de collecte et de traitement des eaux usées, les réseaux de distribution d'eau par conduites, les habitations répondant à des normes minimales et les voies de transport d'urgence pour les localités isolées; les effets des changements climatiques sur l'infrastructure se répercuteront aussi sur la santé humaine (Warren et coll., 2005).

Courtoisie d'Eric Loring, ITK

Figure 7.5 Température annuelle moyenne près de la surface du sol dans la zone canadienne de pergélisol



Nota : Dans les zones où la température excède -2 °C, les régions en présence de pergélisol auront une température du sol inférieure à 0 °C (Smith et coll., 2003).

Source : Smith et Burgess (2004), sauf indication contraire.

Certaines collectivités de l'ouest de l'Arctique signalent déjà des dégâts causés aux bâtiments par les forces conjuguées de l'érosion et de la fonte du pergélisol (Collectivités de la RCDI et coll., 2005). Les conséquences sur des sites culturels importants, les effets sur le logement et la perspective d'un déplacement des collectivités inquiètent et accablent la population (Barrow et coll., 2004). Dans l'est de l'Arctique également, les habitants sont préoccupés par la montée des eaux et l'érosion (Furgal et Prowse, 2008).

« Les gens surveillent l'érosion et doivent éloigner leurs cabanes de la rivière. » [Traduction]

(Résident d'Aklavik, Collectivité d'Aklavik et coll., 2005)

« Le village n'est plus entouré de longues langues de sable et pointes de terre comme avant; on pense que le bureau Hamlet dans lequel nous nous trouvons actuellement se trouvera sur une île dans 40 ans. » [Traduction]

(Résident de Tuktoyaktuk, Collectivité de Tuktoyaktuk et coll., 2005)

Bradley (2005) estime que de nombreuses collectivités du Nord sont plus vulnérables face aux effets extrêmes des changements climatiques parce qu'elles sont isolées et manquent d'infrastructure de transport et d'interventions d'urgence. La fonte du pergélisol influe sur l'infrastructure essentielle du réseau de transport, qui fait partie des moyens d'interventions d'urgence (Warren et coll., 2005). C'est particulièrement grave si l'on doit procéder à des évacuations sanitaires à partir de lieux reculés qui disposent de peu de routes et d'autres modes de transport, tels que les villages seulement accessibles par voie aérienne ou maritime (toutes les collectivités du Nunavik, de la côte nord du Labrador et du Nunavut, par exemple). La déformation d'une piste d'atterrissage due à la fonte du pergélisol, comme c'est arrivé à Tasiujak (Nunavik), peut avoir plus de conséquences dans de tels endroits que dans les collectivités moins isolées (Allard et coll., 2002). Il est probable que la continuation du réchauffement, alliée à la fonte du pergélisol et à l'élévation du niveau de la mer, continuera d'avoir un effet sur l'infrastructure de l'Arctique.

7.3.2.7 Bien-être mental, social et culturel

Plusieurs répercussions décrites précédemment représentent, en elles-mêmes ou conjuguées à d'autres, des forces de changement pour de nombreux résidents du Nord. Les liens avec le milieu environnant sont importants pour la santé mentale, la culture et l'identité de ces populations. Berner et coll. (2005) et Curtis et coll. (2005) ont décrit les changements climatiques et d'autres modifications de l'environnement dans les collectivités nordiques comme une force qui entraîne l'acculturation des Autochtones. Dans bien des localités isolées, les transformations du milieu naturel interagissent avec les conditions socioculturelles et économiques et ainsi créent des conditions qui influent sur la détresse mentale, psychologique et sociale, tels que l'abus d'alcool, la violence et le suicide. Les taux de suicide sont beaucoup plus élevés dans les régions nordiques qui abritent une forte population autochtone, et ce sont les taux enregistrés chez les jeunes Autochtones qui contribuent surtout à faire grimper les chiffres, qui ont continué d'augmenter dans certaines régions (Gouvernement du Canada, 2006) (tableau 7.2).

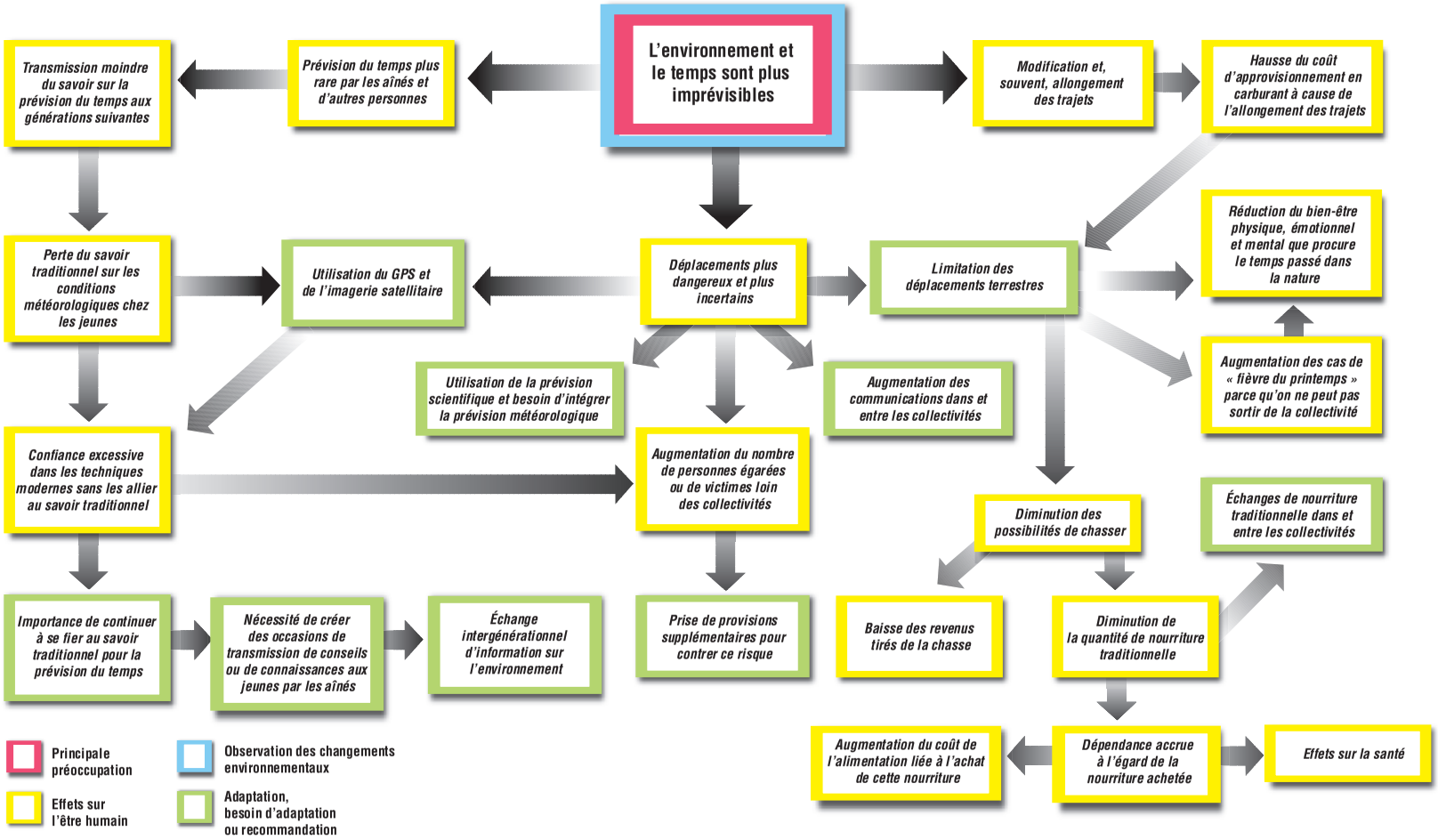
Parmi les conséquences des changements climatiques que l'on observe déjà figurent la perturbation des cycles et pratiques de chasse à Arctic Bay (Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006), la perte de la capacité que détenaient les aînés de prévoir le temps

et de transmettre leur savoir aux chasseurs et aux autres habitants (p. ex., Collectivité de Kangiqsujuaq et coll., 2005), l'érosion des côtes et la détérioration et la disparition de sites sacrés et de l'infrastructure (p. ex. cimetières, maisons) (Collectivité de Tuktoyaktuk et coll., 2005). Ces transformations affectent le bien-être culturel, social et mental des résidents, en particulier les Autochtones qui ont des liens très étroits avec le milieu naturel. Comme l'a signalé Owens (2005) à partir de travaux menés auprès de femmes Inuites du Nunatsiavut, la capacité de parcourir les terres, de se déplacer, de chasser, de pêcher ou de cueillir des baies sans danger est un facteur déterminant de la santé des Autochtones. C'est l'occasion pour eux de se rattacher à leur milieu naturel, de pratiquer une activité physique, de se rassembler et de renouer avec leur identité, de transmettre leur langue et leurs connaissances et d'évacuer les tensions physiques et mentales liées à leurs responsabilités au sein des collectivités. Peu d'études du même type ont été menées à ce jour dans d'autres régions du Nord canadien sur l'importance de la stabilité et de l'accessibilité de l'environnement, ainsi que sur leurs liens avec l'état de santé des habitants.

7.3.3 Combinaison des facteurs de stress (changements climatiques, culturels et socio-économiques), santé et bien-être

La santé est une notion multifactorielle qui dépend de déterminants divers, dont le milieu physique. Les changements climatiques font partie des multiples aspects de l'environnement qui façonnent le milieu physique. On ne comprend toujours pas parfaitement l'importance relative des facteurs en jeu dans l'état de santé des populations du Nord. Les changements et la variabilité du climat peuvent interagir de plusieurs façons avec les forces cruciales présentes dans une région. Il est possible, par exemple, qu'un élément moteur (évolution culturelle et baisse de la consommation de nourriture traditionnelle) soit intensifié par les changements climatiques (plus grande difficulté d'obtenir cette nourriture en raison de la variabilité du climat). Les changements climatiques peuvent agir de manière synergique avec d'autres déterminants, comme l'a montré l'effet de la température des eaux sur la pêche à la morue et aux crevettes au Groenland et l'évolution de la santé mentale et sociale des habitants de la région (Hamilton et coll., 2003; Curtis et coll., 2005). Enfin, le climat et d'autres facteurs ou déterminants peuvent interagir de manière à réduire les répercussions éventuelles du climat sur la santé ou ouvrir certaines possibilités pour améliorer la santé et le bien-être (p. ex., présence de nouvelles espèces sauvages provenant du sud). Les Autochtones perçoivent les liens entre les aspects des changements climatiques, les modifications du milieu naturel et leur santé et bien-être; la plupart estiment que l'effet est globalement néfaste à leur échelle (figure 7.6). Il est important, lorsqu'on examine ces liens, de considérer le climat comme l'un des nombreux déterminants de la santé dans les régions nordiques et de tenter de saisir la complexité du contexte dans lequel il exerce son action.

Figure 7.6 Liens entre la fréquence des conditions météorologiques inhabituelles, les effets sur l'être humain et les modes d'adaptation d'après les participants Inuits à des ateliers communautaires sur le climat et les changements climatiques dans le Nord canadien



Source : Adapté de Nickels et coll., 2006.

Chapin et coll. (2005) ont souligné l'importance de prendre en considération les synergies et les compromis entre les nombreuses forces en jeu dans le domaine du climat, de la culture, du développement, de la santé et du bien-être lorsqu'on examine l'effet d'un facteur ou déterminant dans les régions polaires. Par exemple, l'expansion de l'économie basée sur les salaires qui a accompagné l'exploitation minière dans certaines parties des Territoires du Nord-Ouest diminue la nécessité de chasser et de pêcher et le temps dont on dispose pour ces activités. Cette réalité réduit à son tour la transmission du savoir traditionnel et du respect de l'environnement aux jeunes générations, ainsi que les bienfaits de la consommation de nourriture traditionnelle. Cependant, l'économie monétaire rend possible l'acquisition de matériel de chasse (p. ex., bateaux, véhicules tout terrain, motoneiges) qui permet de capturer plus d'espèces et de parcourir un plus grand territoire. L'utilisation de technologies récentes telles que le système mondial de localisation (GPS) dans les déplacements ou les excursions de chasse accroît la sécurité dans certains cas, mais peut aussi conduire à prendre davantage de risques et à s'exposer à des dangers qui auraient été évités autrement (Ford et coll., 2006).

Le passage du Nord-Ouest devrait être plus accessible et plus praticable dans les prochaines décennies étant donné le réchauffement du climat dans le centre de l'Arctique et la diminution de l'épaisseur et de l'étendue des glaces de mer qui en résulte (Furgal et Prowse, 2008). Si, comme c'est probable, le trafic maritime augmente, les régions nordiques seront exposées à des menaces dont elles étaient jusque-là préservées (p. ex., la propagation de nouvelles espèces exotiques et de maladies, le risque accru de déversement d'hydrocarbures et d'autres accidents maritimes) (Kelmelis et coll., 2005). Les modes de vie traditionnels des habitants risquent d'être bouleversés par la disparition de la glace et l'intensification de la navigation. L'implantation d'un port en eau profonde à Bathurst Inlet, que l'on peut davantage envisager si les glaces sont réduites, élargira les possibilités d'explorer et de mettre en valeur les ressources minérales dans tout l'intérieur du Nunavut continental et dans la partie orientale des Territoires du Nord-Ouest (province géologique des Esclaves). Cela entraînera sans doute des effets bénéfiques et néfastes sur la santé, comme c'est le cas dans les Territoires du Nord-Ouest depuis qu'on a commencé à extraire le diamant et à entreprendre d'autres projets miniers (GNWT, 2005).

Chapin et coll. (2005), ayant étudié les principaux déterminants de la santé et leurs interactions dans le Nord circumpolaire, ont conclu que l'effritement des liens culturels avec les activités traditionnelles et de subsistance (et tout ce qu'elles représentent) est la cause la plus grave du déclin de la santé et du bien-être des peuples autochtones de l'Arctique. L'éloignement du milieu naturel due à la modification des modes de vie, la perte de la langue et la scolarisation dans des systèmes essentiellement non-autochtones a, de bien des façons, une incidence persistante sur la santé et le bien-être des habitants. De même, les changements profonds et rapides introduits par les grands projets industriels (p. ex., ouverture ou fermeture d'une mine) (GNWT, 2004), la création d'une structure d'administration publique (p. ex., établissement du territoire du Nunavut) ou l'arrivée des techniques modernes de télécommunication qui apportent une vision du monde extérieur (p. ex., télévision, service Internet à large bande) peuvent modifier profondément la vie et les moyens de subsistance de tous les habitants du Nord.

Courtoisie de Peter Langer

Les changements climatiques survenant dans un contexte marqué par l'évolution rapide de plusieurs aspects des conditions sociales, culturelles et naturelles, il convient de mieux comprendre les interactions du climat et d'autres facteurs importants de changement dans le Nord canadien et la manière dont les populations, en particulier les Autochtones, sont en mesure de s'y adapter. Le réchauffement du climat, la présence de contaminants, l'isolement, le développement économique, les capacités du système de santé, ainsi que la formation et le maintien en poste des professionnels de la santé ont tous un impact sur la situation sanitaire (Agence de santé publique du Canada (ASPC), 2006). L'étude des multiples facteurs de la vulnérabilité peut aider à préciser ces interactions et à cerner leur incidence sur la capacité des personnes et des groupes à s'adapter (OMS, 2003) (voir le chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada).

7.4 SANTÉ ET BIEN-ÊTRE DANS LE NORD : ADAPTATION ET CAPACITÉS D'ADAPTATION

7.4.1 Modalités d'adaptation

De nombreux changements liés au climat risquent d'avoir des répercussions sur la santé et le bien-être des populations et d'exercer des pressions supplémentaires sur le secteur sanitaire dans le Nord canadien. Certaines répercussions peuvent toutefois être évitées comme le montrent les stratégies d'adaptation adoptées à l'échelle personnelle et collective dans le Nord en vue de réduire le plus possible les effets des modifications de l'environnement déjà en cours et l'exposition à ceux-ci (Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006). Même en prenant des mesures immédiates pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, il est impossible de prévenir les changements climatiques à court terme. On doit donc envisager des stratégies d'adaptation, en particulier dans les régions vulnérables et en changement rapide comme le Nord canadien. En ce qui a trait à la santé humaine, le processus d'adaptation consiste à prendre les dispositions nécessaires (mesures, stratégies et politiques de santé publique) afin d'atténuer le plus possible les effets négatifs des changements climatiques (Santé Canada, 2002). Ces mesures, de nature primaire, secondaire ou tertiaire, peuvent relever de divers domaines (p. ex., comportement, institutions, technologies, économie) (McMichael et Kovats, 2000). La capacité d'adaptation des individus ou des groupes dépendrait de plusieurs facteurs : accès aux ressources économiques, aux technologies, aux informations et aux compétences, arrangements institutionnels, infrastructure de santé publique, équité entre les membres d'un groupe et fardeau des maladies liées aux répercussions actuelles ou prévues (voir le chapitre 8, Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada).

Il est particulièrement difficile d'élaborer des stratégies d'adaptation à cause des incertitudes concernant les effets potentiels des changements climatiques, leurs interactions avec d'autres forces de changement et l'influence de ces dernières dans le Nord. La compréhension de l'ampleur et de la portée de l'évolution à venir et de ses conséquences sur la santé et le bien-être à l'échelle locale et individuelle est encore imparfaite. Vu l'étendue géographique et la diversité écologique, culturelle, socio-économique et démographique du Nord canadien (voir la section 7.2), la nature et la gravité des répercussions anticipées varient beaucoup d'un lieu à l'autre (Gouvernement du Canada, 2001). C'est pourquoi il pourrait être nécessaire d'adopter diverses stratégies d'adaptation afin de mieux faire face aux problèmes d'exposition et aux effets qui sont propres à chaque région.

L'adaptation peut être individuelle, collective, institutionnelle ou systémique et survenir à l'échelle locale, régionale ou nationale (Gouvernement du Canada, 2001). On détient actuellement peu d'exemples documentés d'adaptation aux effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien. De même, on se demande si les réactions face à la transformation du milieu environnant constituent réellement des « modalités d'adaptation aux changements climatiques » ou plutôt des stratégies d'accommodation qui ont permis une évolution sociale et humaine fructueuse depuis des centaines, voire des milliers d'années dans la région (Berkes et Jolly, 2001). Les rares études effectuées à ce jour sur l'incidence des changements

Courtoisie de Peter Langer

climatiques et les réactions individuelles et collectives ont surtout porté sur les Autochtones qui vivent dans des collectivités éloignées.

Les textes dont on dispose traitent donc beaucoup plus de ces populations que des résidents des grands centres du Nord ou des groupes non-autochtones. La connaissance des adaptations et la capacité d'adaptation présentes ou futures des non-Autochtones du Nord sont à présent très limitées, même s'il existe quelques exemples de grandes stratégies d'adaptation aux échelles communautaire et municipale (Gouvernement du Nunavut, 2006). Les ateliers et les projets de recherche menés avec des résidents autochtones (Riedlinger et Berkes, 2001; Nickels et coll., 2002; Parlee et coll., 2005; Ford et coll., 2006) révèlent que les particuliers sont déjà en train de s'adapter (de réagir surtout) afin de réduire le plus possible les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien. Par exemple, les ateliers qui ont eu lieu dans la RCDI (Territoires du Nord-Ouest) ont fait ressortir un certain nombre de mesures prises sur une base personnelle en réaction à des changements observés et ont montré comment ces mesures modifient les moyens de subsistance dans les localités côtières (tableau 7.12). Les mesures connues d'adaptation aux effets des changements climatiques sur la santé sont énumérées dans le tableau 7.13; elles sont examinées brièvement dans le texte qui suit.

Tableau 7.12 Exemples de changements environnementaux, de leurs effets et des stratégies d'accommodation ou d'adaptation destinées à réduire le plus possible les effets négatifs des changements climatiques sur la santé, selon les membres des collectivités de la RCDI

Observation	Effet	Adaptation
Températures estivales plus élevées	Impossibilité de conserver le gibier pendant les excursions de chasse, dégradation plus rapide des prises, baisse de la consommation de nourriture traditionnelle	Retours plus fréquents dans le village l'été pendant la chasse pour conserver la nourriture (congélateurs) *Besoin* : investissement dans les activités de chasse Diminution des activités de chasse et de leur fréquence *Besoin* : réinvestissement dans les programmes visant les congélateurs communautaires
Températures estivales plus élevées	Impossibilité de sécher et/ou de fumer les poissons comme avant (« la chaleur les cuit ») Baisse de la consommation de poissons séchés et fumés	Modification de la construction des fumoirs : toiture plus épaisse afin de réguler la température Adaptation des techniques de séchage et de fumage
Baisse du niveau de certains cours d'eau	Diminution du nombre de sources naturelles d'eau (brute) salubre hors des collectivités Risque accru de maladie à transmission hydrique	Achat d'eau en bouteille pour les excursions de chasse
Augmentation du nombre de moustiques et de nouveaux insectes piqueurs	Augmentation des piqûres Inquiétudes de plus en plus nombreuses quant aux effets sur la santé des nouveaux insectes piqueurs	Utilisation d'insectifuges en lotion ou vaporisateur Emploi de voilages pare-insecte et pose de moustiquaires aux fenêtres et entrées des maisons *Besoin* : sensibilisation de la population aux insectes et aux mouches piqueuses pour apaiser les craintes et inquiétudes
Modification des trajets et périodes de migration des animaux	Chasse plus difficile (nécessite davantage de carburant, de matériel et de temps) Certains (p. ex., aînés) n'ont pas les moyens d'aller à la chasse et ont moins accès à la nourriture traditionnelle	Lancement de programmes communautaires d'appui à la conservation et à la distribution de nourriture traditionnelle *Besoin* : soutien financier et institutionnel pour mettre sur pied et gérer ces programmes

Source : Adapté de Nickels et coll., 2002.

Tableau 7.13 Résumé des mesures prises par les particuliers et les collectivités du Nord pour s'adapter au changement et à la variabilité du climat telles qu'elles sont rapportées dans la littérature scientifique

Changement environnemental, effets et menaces pour la santé et le bien-être	Mesures prises
Précipitations extrêmes et catastrophes naturelles	
• Dommages à la propriété, blessures et décès, augmentation des risques pendant les déplacements	• Relocalisation des immeubles hors des zones d'avalanche • Recours accru aux équipes locales de recherche et de sauvetage
Difficulté de prévoir les conditions météorologiques	
• Activités de chasse et déplacements limités • Augmentation des risques et des blessures pendant les déplacements • Dégâts accrus au matériel • Accès restreint à la nourriture traditionnelle	• Utilisation accrue des cabanes (abris) et des zones naturelles (baies) pour se protéger des tempêtes • Communications plus fréquentes entre les chasseurs • Meilleurs préparatifs pour les déplacements et la chasse • Diminution des excursions quand le temps est incertain • Recours à des moyens technologiques (p. ex., GPS)
Affections liées aux températures	
• Évolution de l'incidence des affections dues au froid • Augmentation du stress thermique	• Réduction de l'activité physique • Meilleure aération des habitations et accès à des endroits frais
Réchauffement du climat et modification de l'état des glaces	
• Augmentation des risques pendant les déplacements • Augmentation des blessures et des décès (p. ex., noyade) liés à des conditions inhabituelles et dangereuses des glaces • Effets sur le matériel et l'économie des ménages • Accès réduit à la nourriture traditionnelle • Perturbation des cycles traditionnels et répercussions sur la cohésion sociale et le bien-être mental	• Modification des pratiques de chasse (période, etc.) • Utilisation de plusieurs moyens de transport pour un même déplacement • Surveillance et communications accrues de l'état des glaces par les collectivités • Utilisation de nouveaux trajets ou d'itinéraires de rechange • Recours à des moyens technologiques (GPS, imagerie satellitaire)
Hausse de l'exposition au rayonnement UV	
• Plus grande incidence des brûlures, des éruptions cutanées et des cloques causées par le soleil	• Utilisation plus fréquente de crème protectrice • Exposition moins prolongée au soleil et périodes plus longues à l'intérieur
Maladies nouvelles et émergentes	
• Hausse de l'incidence des zoonoses et du degré d'exposition à ces maladies • Exposition accrue à de nouveaux vecteurs	• Emploi plus fréquent d'insectifuge et de voilage pare-insecte • Tri plus sélectif de la viande animale consommée (dépistage des parasites et d'autres éléments anormaux)
Sécurité alimentaire	
• Moins grande abondance de la nourriture traditionnelle (santé des animaux et quantité), difficulté de capture (modification de l'état des glaces et de la neige influant sur les itinéraires vers les territoires de chasse) et moindre qualité (salubrité de la viande destinée à la consommation) • Apparition de nouvelles espèces • Plus grandes possibilités d'établir une agriculture locale	• Modification des saisons de chasse (en fonction de l'abondance) • Modification des espèces chassées (selon l'abondance) • Acquisition de nouveaux moyens de transport pour pouvoir atteindre certains animaux • Retours plus fréquents dans le village l'été pendant la chasse pour conserver la nourriture
Accès à l'eau	
• Diminution du nombre et de l'accessibilité des sources naturelles d'eau salubre	• Achat d'eau en bouteille pour les déplacements • Utilisation plus fréquente de la neige au lieu de la glace de plusieurs années pour se désaltérer • Plus grande distance parcourue hors de la collectivité pour trouver de bonnes sources naturelles d'eau
Pergélisol, érosion des côtes et infrastructure communautaire	
• Recul du littoral à proximité des immeubles • Instabilité des fondations et menaces pour les immeubles et autres structures de santé publique	• Consolidation du littoral • Relocalisation des bâtiments loin du rivage

7.4.1.1 Précipitations extrêmes et dangers naturels

Suite à l'avalanche qui a frappé la Collectivité de Kangiqsualujuaq, au Nunavik, le premier jour de l'année 1999, les gouvernements communautaire, régional et provincial ont pris des dispositions pour réduire le plus possible les risques qu'une telle catastrophe ne se reproduise (George, 1999). Plusieurs maisons et bâtiments communautaires ont été déplacés et reconstruits loin de la montagne, et la municipalité a fixé la zone dangereuse à 90 mètres en se basant sur les conseils d'experts (Lied, 2000). Les habitants de la côte nord du Labrador (Nunatsiavut) soulignent l'importance accrue attachée aux équipes de recherche et de sauvetage, dans les localités qui en sont dotées, étant donné les risques élevés de catastrophe dans leurs régions montagneuses (p. ex., la Collectivité de Nain, qui est la plus au nord) (tableau 7.13).

7.4.1.2 Conditions météorologiques imprévisibles

Les phénomènes et régimes météorologiques inhabituels observés de plus en plus souvent ont des conséquences importantes sur les collectivités nordiques sur le plan de la sécurité des déplacements et de la possibilité de participer aux activités traditionnelles et de subsistance. Les résidents ont commencé à s'ajuster ou à s'adapter de différentes façons (Furgal et coll., 2002; Lafortune et coll., 2004; Huntington et coll., 2005; Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006; Tremblay et coll., 2006) (tableau 7.13). Une modification des comportements individuels et l'adoption de certaines mesures pour se prémunir des risques sur terre et sur mer associés aux conditions météorologiques inhabituelles a été observé dans l'ensemble du Nord canadien. Par exemple, au Nunavik, les membres des collectivités indiquent qu'ils utilisent davantage les cabanes lors de leurs déplacements, que les chasseurs communiquent plus souvent entre eux par ondes courtes pour se tenir au courant des conditions et des observations météorologiques et que l'on examine de plus près le temps qu'il fait avant de quitter le village (Collectivités du Nunavik et coll., 2005). De même, les habitants d'Arctic Bay, au Nunavut, signalent qu'ils emportent plus de provisions dans leurs déplacements, qu'ils pensent à des zones de refuge abritées des grands vents au cours de la saison de navigation estivale avant de sortir de la collectivité, qu'ils sont plus conscients des risques et qu'ils choisissent parfois de ne pas s'aventurer sur les terres ou sur la mer lorsque le temps leur semble incertain (Ford et coll., 2006). D'autres résidents affirment recourir davantage à des technologies comme le GPS pour ne pas s'égarer par mauvais temps.

Les habitants du Nord recommandent aussi d'apporter d'autres changements pour réduire davantage les risques associés à l'imprévisibilité du temps, dont le recours à des attelages de chiens qui sont plus fiables que les motoneiges et permettent de mieux s'orienter dans les tempêtes grâce au sens de l'orientation des animaux. Soulignons également les améliorations aux systèmes locaux d'analyse et de diffusion des prévisions météorologiques provenant des camps de forage et le renforcement de l'infrastructure de communication (Collectivités du Nunavik et coll., 2005; Collectivités de la RCDI et coll., 2005). Il faut savoir toutefois que de nombreuses stratégies d'adaptation ou les mesures recommandées par les habitants du Nord, bien qu'elles améliorent la capacité de prévoir les conditions météorologiques, pourraient présenter l'inconvénient d'instaurer un faux sentiment de sécurité parmi les chasseurs et d'autres voyageurs et les inciter à se déplacer alors qu'ils ne l'auraient pas fait autrement en raison des conditions dangereuses ou très variables. On ne dispose pas de données sur le nombre de cas de personnes égarées, d'accidents ou de blessures qui ont pu être évités grâce aux mesures d'adaptation comportementales et technologiques.

7.4.1.3 Températures extrêmes

Il est possible de prévenir ou de gérer la plupart des blessures et maladies liées au froid en prenant certaines précautions. Toutefois, les fluctuations brusques et imprévisibles de la température posent un problème, surtout à cause du manque d'expérience (comportement inadapté, compétences insuffisantes), de préparation (p. ex., véhicules, vêtements, provisions, logistique) ou d'acclimatation (Hassi et coll., 2005). Les affections causées par le froid devraient régresser, à condition que l'on continue de suivre les mêmes règles de protection en la matière (comportements personnels et autres mesures d'adaptation) (Nayha, 2005).

On signale déjà de nouveaux comportements d'adaptation face aux chaleurs extrêmes survenues dans certaines régions : un maintien de lieux frais dans les maisons et le ralentissement des activités physiques à l'extérieur (Furgal et coll., 2002), la pose de moustiquaires aux fenêtres en vue d'améliorer l'aération tout en empêchant l'entrée des mouches et des insectes piqueurs (RCDI) (Collectivités de la RCDI et coll., 2005) et fréquentation d'espaces permettant de se rafraîchir (p. ex., zones de baignade). Ces réactions ou adaptations concernent surtout les personnes d'un certain âge qui ont souffert de difficultés respiratoires et de malaises associés aux températures estivales (Collectivités du Labrador et coll., 2005; Collectivités de la RCDI et coll., 2005) (tableau 7.13).

7.4.1.4 Réchauffement du climat et état des glaces

Des changements dans les régimes et la dynamique des glaces de mer ont été rapportés dans les collectivités côtières de l'Arctique (Riedlinger et Berkes, 2001; Thorpe et coll., 2002; Huntington et coll., 2005; Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006; Tremblay et coll., 2006). L'adaptation à ces changements a pris diverses formes, de nature comportementale essentiellement (tableau 7.13). Par exemple, on signale fréquemment que la saison de chasse a été déplacée en vue de compenser la réduction des captures due à l'englacement tardif et à la débâcle hâtive. À Arctic Bay (Nunavut), une partie du quota de prise de narvals, espèce importante du point de vue économique et traditionnel, a été transférée du printemps à l'été pour tenir compte de l'état dangereux des glaces printanières; cette mesure accroît à la fois la sécurité et les chances de capture (Armitage, 2005; Collectivité d'Arctic Bay et coll., 2005). Les chasseurs de cette collectivité ont précisé qu'ils apportent avec eux un moyen de transport de secours ou de substitution (p. ex., petite embarcation) lorsqu'ils se déplacent sur des glaces incertaines (p. ex., zone de dislocation).

Au Nunavik, le gouvernement régional, les collectivités et des chercheurs de l'extérieur ont mis sur pied un programme communautaire de surveillance de la glace en réponse aux préoccupations exprimées concernant la sécurité et l'accès aux ressources (Collectivités du Nunavik et coll., 2005; Tremblay et coll., 2006). Trois collectivités côtières de cette région et une localité naskapi située à l'intérieur des terres bénéficient actuellement de ce programme, qui permet de recueillir et de transmettre des données chiffrées sur l'état des glaces et les conditions météorologiques, ainsi que des descriptions du degré de sécurité sur la glace (Tremblay et coll., 2006). De plus, en raison de l'instabilité des glaces, des chasseurs de localités côtières du Nunavik indiquent qu'ils empruntent de nouveaux trajets dans les terres ou en bordure du littoral pour se rendre à certains endroits auparavant accessibles par des pistes sur la glace (Lafortune et coll., 2004). Certains habitants du Nunavut consultent maintenant des images satellitaires sur Internet avant d'entreprendre une excursion à la lisière des glaces et se servent du système GPS (écoulement et mouvement des glaces) pour accroître leur sécurité et pour se déplacer et chasser de manière plus efficace (Collectivités du Nunavut et coll., 2005). De nombreuses collectivités ont adopté des mesures d'adaptation semblables afin de réagir aux nouvelles conditions des glaces dans les lacs et les cours d'eau.

7.4.1.5 Hausse de l'exposition au rayonnement UV

Les habitants de certaines régions du Nord canadien déclarent souffrir davantage d'éruptions cutanées et de brûlures associées à l'augmentation de l'intensité du soleil depuis quelques décennies (Furgal et coll., 2002; Huntington et coll., 2005; Nickels et coll., 2006). Certains participants à des ateliers communautaires sur les changements climatiques et environnementaux ont précisé qu'ils utilisent des crèmes protectrices plus souvent. Il arrive aussi qu'ils se mettent à l'abri (p. ex., à l'intérieur d'une tente) lorsqu'ils sentent que le soleil est particulièrement « chaud » l'été et protègent plus fréquemment leur peau avec des crèmes et des vêtements (Barron, 2006; Nickels et coll., 2006).

Courtoisie de Peter Langer

7.4.1.6 Maladies nouvelles et émergentes

Les habitants du Nord prennent maintenant certaines protections visant à réduire le plus possible leur exposition éventuelle à de nouvelles maladies provenant du sud parallèlement au réchauffement du climat. Des résidents de la RCDI, dans l'ouest de l'Arctique, signalent qu'ils utilisent davantage de produits insectifuges et de voilages pare-insecte par crainte de la propagation de maladies, ayant observé un plus grand nombre d'insectes piqueurs et de nouvelles espèces en raison des étés plus chauds. De plus en plus de particuliers posent des moustiquaires pour se protéger des piqûres et améliorer l'aération de leur logement. Après avoir découvert qu'un plus grand nombre d'animaux présentaient des anomalies (p. ex., vers dans le foie chez les caribous), les chasseurs autochtones ont déclaré exercer un tri plus sélectif du gibier destiné à la consommation. Au Nunavik, des tests de détection de la trichinose dans la viande de morse sont effectués dans les 24 à 48 heures suivant la mort de l'animal afin que les résidents sachent si la chair peut être consommée crue. Presque tous les villages de chasseurs de morses de la région participent à ce programme de détection et se conforment aux avis de santé publique diffusés.

Les collectivités recommandent que l'on mette sur pied un programme de sensibilisation sur les maladies transmises par les insectes et d'autres zoonoses susceptibles de faire leur apparition dans le Nord à la suite du réchauffement du climat. Ce programme viserait à apaiser les inquiétudes des résidents et à leur permettre de réduire leur exposition à ces nouveaux dangers (Collectivités de la RCDI et coll., 2005).

7.4.1.7 Risques à la sécurité alimentaire

L'abondance des animaux et la possibilité de les capturer ont changé dans de nombreuses régions, mais tous les habitants n'ont pas été en mesure de réagir de manière à disposer régulièrement de nourriture traditionnelle (p. ex., personnes âgées, résidents ne disposant pas des moyens techniques ou financiers nécessaires). Certains ont changé la période où ils s'adonnent à la chasse en fonction des fluctuations de l'abondance des proies (marines et terrestres) (Ford et coll., 2006; Guyot et coll., 2006) (tableau 7.13). On signale aussi une hausse des achats de moyens de transport maritimes et terrestres (p. ex., véhicules plus rapides ou plus puissants, types de véhicules) (Collectivités de la RCDI et coll., 2005; Ford et coll., 2006). Ces moyens de transport permettent d'atteindre des zones de pêche, de chasse et de cueillette difficiles d'accès à cause de la baisse des niveaux d'eau, de la fréquence des tempêtes ou de la modification des conditions routières (utilisation plus fréquente de véhicules tout terrain au lieu de la motoneige en raison de l'allongement de la période sans neige). De même, certaines collectivités doivent

faire preuve d'une plus grande souplesse dans leurs activités de chasse et de cueillette. À Kugaaruk (Nunavut), les résidents s'adonnent généralement à la pêche lorsque la glace n'est pas assez sûre pour la chasse. La pêche est maintenant plus courante, même aux périodes de l'année où l'état des glaces autorisait autrefois les déplacements et la chasse (Collectivité de Kugaaruk et coll., 2005).

La conservation de la viande sauvage est de plus en plus difficile pour les chasseurs éloignés de leur village, étant donné la hausse des températures estivales et la baisse du volume de glace et de neige permanentes. Au Nunavut, dans la RCDI et au Nunavik, les chasseurs déclarent retourner plus souvent dans les villages au cours de la saison estivale afin d'éviter la dégradation de leurs prises, ce qui nécessite des congélateurs individuels ou communautaires de plus grande capacité (Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006). Les chasseurs du Nunavik ont été en mesure de faire face à l'évolution de la situation. Ils n'ont pas encore observé de changement dans le nombre de leurs prises, mais simplement dans les moyens (comment, où et combien) déployés pour atteindre et capturer les mêmes espèces (Lafortune et coll., 2004).

Toutefois, certaines mesures d'adaptation ne procurent pas les avantages escomptés et peuvent avoir des effets négatifs indirects. Par exemple, il coûte plus cher de disposer de véhicules plus puissants (p. ex., achat de grosses embarcations, consommation accrue de carburant), et les chasseurs doivent se déplacer davantage et plus loin pour parvenir jusqu'aux espèces et animaux recherchés (p. ex., caribou), dont les trajets de migration ont changé. Les répercussions sur le plan de l'économie des ménages n'en sont pas encore bien connues.

7.4.1.8 Modification de la qualité et de l'accessibilité de l'eau potable

À cause d'un accès plus difficile aux sources d'eau douce, les Autochtones du Labrador et de la RCDI déclarent emporter plus souvent de l'eau en bouteille quand ils s'éloignent des collectivités pour chasser et pêcher (Nickels et coll., 2006). Les gros morceaux de glace de plusieurs années que l'on fait fondre pour se désaltérer et que les aînés aiment particulièrement l'hiver sont plus difficiles à trouver; certains habitants déclarent utiliser souvent de la neige ou avoir à parcourir de longues distances pour se procurer de l'eau (Nickels et coll., 2006). Quelques collectivités estiment avoir besoin de contrôles plus fréquents de la qualité de l'eau provenant des réseaux municipaux et des sources naturelles, et ce, par mesure de sécurité et afin d'accroître la confiance de la population. Des gestionnaires des systèmes d'alimentation en eau potable et des spécialistes de la santé publique ont examiné la question de la qualité de l'eau et des changements environnementaux lors d'un atelier qui a eu lieu au Nunavik en 2005 (Martin et coll., 2005b). Plusieurs recommandations ont été formulées pour lutter contre les menaces à la qualité de l'eau dans la région :

- l'utilisation de petits systèmes de désinfection (à rayonnement ultraviolet) à certains emplacements afin d'éviter la contamination par les parasites;
- la formation des citoyens sur le nettoyage des réservoirs personnels et l'évaluation de la qualité (microbiologique) de l'eau avant et après l'opération de nettoyage;
- la sensibilisation de la population à l'importance de nettoyer les récipients en plastique (utilisés par de nombreux ménages pour conserver l'eau brute);
- l'amélioration de la surveillance des gastroentérites.

De même, le rapport 2006 du Sierra Legal Defence Fund sur l'eau potable au Canada formule une série de recommandations visant à assurer la protection des Canadiens contre les menaces à l'eau potable, dont les changements climatiques. On a jugé nécessaire d'adopter des normes d'épuration plus sévères, surtout dans les territoires. Le Nunavut, pour sa part, aurait besoin de protocoles de communication publique pour les questions relatives à la qualité de l'eau et devrait accroître la fréquence des tests (Sierra Legal Defence Fund, 2006).

7.4.1.9 Répercussions sur l'infrastructure communautaire et de santé publique

Les collectivités s'inquiètent des dommages à l'infrastructure de transport et aux bâtiments résidentiels que pourraient entraîner le dégel du pergélisol et l'instabilité grandissante du sol. Ces questions intéressent tout particulièrement les localités éloignées ou isolées dans lesquelles certains éléments d'infrastructure sont essentiels pour la santé publique, notamment les sources d'approvisionnement en eau potable, les stations d'épuration d'eau, les collecteurs d'eaux usées et le réseau routier.

Courtoisie de Eric Loring, ITK

Dans certaines régions, dont la partie occidentale de l'Arctique canadien, les résidents observent les effets de l'érosion côtière associée à l'augmentation du nombre d'ondes de tempête et à la régression de la couverture de glace de mer; l'adaptation s'est faite au moyen de mesures technologiques destinées à protéger le littoral. À Tuktoyaktuk, dans les Territoires du Nord-Ouest, on a consolidé le littoral à l'aide de divers matériaux afin de ralentir l'érosion et de protéger les immeubles communautaires. Une évaluation de la dynamique de l'érosion côtière aux alentours a été réalisée et des plans d'une éventuelle relocalisation, partielle ou complète ont été élaborés (Collectivité de Tuktoyaktuk et coll., 2005). En outre, les habitants de ce village et d'autres collectivités de la région indiquent qu'ils doivent déplacer des bâtiments à cause de l'érosion et du recul de la côte (Collectivités de la RCDI et coll., 2005) (tableau 7.13). Hoeve et coll. (2006) ont établi des scénarios destinés à évaluer les coûts de l'adaptation de l'infrastructure (p. ex., bâtiments) dans les Territoires du Nord-Ouest. Même si l'étude ne concerne pas uniquement les installations cruciales pour la santé publique, elle permet de déterminer ce que pourraient coûter l'érosion et la fonte du pergélisol. Dans les Territoires du Nord-Ouest, les coûts associés à l'impact de la fonte du pergélisol sur les fondations varierait de 420 millions de dollars (scénario le plus pessimiste impliquant toutes les fondations situées sur le pergélisol) à 200 à 250 millions de dollars (scénario optimiste, dans lequel on tient compte de la sensibilité thermique et physique de chaque collectivité). Diverses solutions sont en cours d'élaboration, vu les forces exercées conjointement par le changement et la variabilité du climat sur la santé et la sécurité dans le Nord canadien. Leur efficacité et leurs limites en ce qui concerne la vitesse et l'ampleur du phénomène projeté dans les régions arctiques restent à déterminer.

7.4.2 Capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation, tout comme l'exposition au changement et à la variabilité du climat, varient au sein de chaque région et de chaque localité ainsi que d'une région ou localité à l'autre, dans l'ensemble du Nord. Un bref examen des facteurs qui influent le plus sur la capacité d'adaptation aux changements climatiques et à leurs effets sur la santé figure ci-après.

7.4.2.1 Ressources économiques et matérielles

La possibilité de prendre des mesures d'adaptation technologiques est en partie déterminée par la richesse économique de chaque région et de chaque collectivité. Ainsi, la capacité d'une municipalité d'engager, d'équiper et de former des spécialistes d'opérations de recherche et de sauvetage peut grandement réduire la morbidité et la mortalité associées aux naufrages et à d'autres événements dus aux phénomènes climatiques extrêmes et aux catastrophes naturelles d'origine météorologique (p. ex., tempêtes, avalanches). Il en va de même pour d'autres aspects de la gestion des urgences. Le fait de disposer, à l'échelle de la région ou de la municipalité, des moyens nécessaires pour acquérir, faire fonctionner et entretenir des congélateurs communautaires peut sensiblement aider les particuliers à s'adapter aux tensions créées par la crainte de manquer d'aliments provenant du milieu environnant. Selon les résidents du Nord, ces programmes ne sont plus mis en œuvre dans certaines communautés et régions à cause du manque de fonds ou de l'affectation des ressources à d'autres priorités (Collectivités de la RCDI et coll., 2005).

Courtoisie de Peter Langer

Le déplacement de la saison des glaces a une grande incidence sur le réseau routier dans l'ouest de l'Arctique. Les routes de glace permettent aux différentes localités de recevoir des aliments commercialisés et d'autres produits importants pour la santé des habitants. La construction de routes permanentes, ouvertes toute l'année, constitue une stratégie d'adaptation possible face à l'instabilité croissante des réseaux actuels. Toutefois, comme l'estiment Dore et Burton (2001), les coûts d'aménagement de telles routes dans les régions nordiques sont très élevés (840 000 $/km environ, près de Yellowknife). Les coûts estimés pour remplacer 350 km des 1,400 km de routes hivernales et de glace dans les Territoires du Nord-Ouest d'ici 2100 s'élèveraient à plus de 43 millions de dollars (Dore et Burton, 2001).

Les ressources économiques sont essentielles tant aux particuliers qu'aux collectivités pour s'adapter aux effets du climat sur la santé. Comme le signalent Ford et coll. (2006), les familles de seulement quelques chasseurs d'Arctic Bay ont été en mesure d'acheter l'équipement voulu (p. ex., embarcations de plus grande taille) pour s'adapter aux nouvelles conditions météorologiques (p. ex., temps plus orageux) et de chasser aussi fréquemment afin de réduire au minimum les répercussions sur la sécurité alimentaire de leur ménage. La situation financière des ménages et des particuliers est déterminante à cet égard. On a peu étudié les effets de la richesse personnelle sur la capacité d'adaptation à l'échelle des ménages ainsi que les variations de l'adaptation d'une région nordique à l'autre. De manière générale, les indicateurs socio-économiques individuels de base montrent que les résidents du Nunavut et du Nunavik disposent de moyens financiers nettement inférieurs à ceux du résident moyen des autres régions nordiques du Canada (tableau 7.6). Cette réalité qui rend ces populations plus vulnérables aux fluctuations des ressources locales (p. ex., espèces sauvages) est en partie liée à la moins grande diversité des options économiques ainsi qu'aux tendances économiques générales et aux variations des marchés.

7.4.2.2 Technologies

L'accès aux technologies aiderait les particuliers et les collectivités à s'adapter aux effets potentiels des changements climatiques dans l'ensemble du nord. Ainsi, l'utilisation d'appareils GPS par les jeunes chasseurs du Nunavik et du Nunavut aurait diminué les effets des variations des conditions météorologiques et de l'état des glaces sur la sécurité et sur les possibilités de se déplacer et de capturer du gibier (Collectivités du Nunavik et coll., 2005; Collectivités du Nunavut et coll., 2005; Ford et coll., 2006). Grâce à l'utilisation de grandes embarcations pour s'adapter à l'activité orageuse plus intense, certains habitants d'Arctic Bay peuvent continuer de chasser malgré ces conditions. L'adoption de telles stratégies a toutefois un prix, à savoir l'exposition accrue des particuliers aux variables climatiques; il est donc difficile d'évaluer la vulnérabilité nette qui en résulte. Cela soulève la question de l'accès à des « technologies adéquates » et à des connaissances que détiennent les populations du Nord pour les employer à bon escient. Le recours à d'autres moyens, qui seraient sans doute jugés « élémentaires » ailleurs, est souvent primordial dans le Nord canadien. La pose de moustiquaires aux fenêtres des maisons dans la RCDI, par exemple, allégerait le stress associé aux températures intérieures extrêmes tout en protégeant les résidents contre les mouches et autres insectes piqueurs de plus en plus nombreux (Collectivités de la RCDI et coll., 2005). Dans l'ensemble de l'Arctique, l'accès aux technologies permettant de s'adapter aux effets connus des changements climatiques sur la santé semble limité avant tout par les ressources économiques des ménages et des particuliers.

7.4.2.3 Information et compétences

L'accès à l'information, aux compétences voulues et aux personnes compétentes, influe sur la capacité individuelle et collective d'ajustement et de réaction aux conséquences sanitaires du changement et de la variabilité du climat. L'examen des statistiques de base sur l'éducation dans le Nord révèle que le nombre d'années d'enseignement de type scolaire est moindre, en moyenne, dans les régions à plus forte proportion d'Autochtones, comme le Nunavut et le Nunavik (tableau 7.6). L'accès au personnel compétent des services de santé, comme les généralistes et les spécialistes, et aux installations d'urgence est limité en raison de l'éloignement de nombreuses localités. C'est particulièrement le cas dans l'est de l'Arctique, où les collectivités ne sont pas reliées à un réseau routier, ce qui complique encore l'obtention de tels services. En outre, de nombreuses régions nordiques souffrent d'un taux de roulement élevé du personnel dans les établissements locaux de soins de santé. Soulignons toutefois que, dans les petites localités éloignées, le savoir et les pratiques traditionnels sont aussi importants pour l'adaptation personnelle que l'information officielle et les compétences plus largement reconnues.

Il y a une plus grande prise de conscience aujourd'hui de la valeur du savoir ancestral et du rôle qu'il joue sur le plan de l'adaptation aux changements climatiques et à d'autres formes de modification de l'environnement dans les régions circumpolaires et ailleurs dans le monde (ACIA, 2005). Les populations autochtones font preuve d'une capacité d'adaptation et de récupération considérable. Le choix du gibier chassé en fonction de l'évolution de l'abondance et de la répartition des espèces ou l'adoption de nouveaux outils et technologies, comme le GPS, constituent deux exemples de mécanismes d'adaptation, l'un immédiat, l'autre à plus long terme (Berkes et Jolly, 2001). L'aptitude des chasseurs à trouver de nouveaux trajets pour les déplacements et les excursions de chasse, en réaction à l'instabilité et à l'insécurité croissantes des glaces de mer et de cours d'eau (Lafortune et coll., 2004), ainsi que l'aptitude à localiser et à capturer des espèces dont les périodes et voies de migration ont changé, comme les oies et les caribous, illustre toute la valeur du savoir traditionnel. Ces connaissances interviennent également dans la capacité de survivre à des conditions extrêmes et d'évaluer les conditions météorologiques et l'état des glaces propices aux déplacements dans un milieu de plus en plus incertain (Krupnik et Jolly, 2002; Nickels et coll., 2002; Huntington et coll., 2005; Guyot et coll., 2006). Ces capacités d'adaptation ont toutefois des limites qu'il convient de déterminer.

L'acquisition et l'utilisation du savoir traditionnel supposent des contacts soutenus avec le milieu naturel, des liens étroits au sein des collectivités, ainsi que le respect et la reconnaissance de cette manière d'appréhender et de comprendre le monde. Les tendances sociales, économiques et culturelles observées dans certaines collectivités révèlent une occidentalisation du mode de vie, moins intimement lié à la terre, en particulier chez les jeunes. Cela pourrait ralentir le processus de production et de transmission du savoir et, par conséquent, limiter sa contribution aux efforts d'adaptation à l'échelle locale. Cette évolution sociale et environnementale représente une menace de taille pour l'avenir de cette forme d'adaptation.

7.4.2.4 Arrangements institutionnels

La souplesse des institutions élargit la capacité d'adaptation en venant appuyer la prise de décisions adéquates aux niveaux où les répercussions sont d'abord observées et où une intervention est requise. La mise en place de gouvernements autonomes et de conseils de cogestion des ressources naturelles dans le Nord habilite les localités à prendre elles-mêmes des mesures et permet l'orientation des décisions à la source, là où les problèmes apparaissent en premier et où ils sont le mieux compris. Par exemple, les risques relatifs à la sécurité d'approvisionnement en nourriture traditionnelle associés à une variabilité accrue du climat, requiert des stratégies destinées à préserver à la fois l'abondance des ressources et la conduite des activités traditionnelles et de subsistance (Tesar, 2007). La reconnaissance de la nécessité de faire preuve de souplesse quant aux saisons de chasse des principales espèces consommées, en vue de s'adapter aux conditions changeantes de l'écologie régionale, et le développement de la capacité de

chasser les espèces qui migrent vers le nord sont deux stratégies de ce type (Chapin et coll., 2004; Armitage, 2005; Huntington et coll., 2005). Le transfert de pouvoirs à des organes décisionnels souples, établis sur place et jouissant d'un financement et d'un appui adéquats est une bonne manière d'aménager les institutions au regard du changement et de la variabilité du climat.

L'établissement de partenariats entre les collectivités du Nord et des organisations extérieures offre la possibilité de renforcer la capacité d'adaptation et d'intervention à l'échelle locale et de réduire ainsi les effets sur la santé. Par exemple, vu le nombre accru d'entreprises présentes dans certains secteurs, les collectivités pourraient former des partenariats et étendre leurs moyens de recherche et de sauvetage sur place. Grâce aux partenariats conclus avec les organisations régionales du Nunavik, des chercheurs universitaires et l'Agence de la santé publique du Canada, on est en train d'améliorer la capacité régionale de surveillance et de contrôle des maladies d'origine alimentaire et hydrique qui sont susceptibles de se propager avec le réchauffement du climat (Furgal et coll., 2002; ASPC, 2006).

7.4.2.5 Infrastructure de santé communautaire et publique

L'accès à des services et à une infrastructure de santé publique et d'intervention d'urgence efficaces est un déterminant reconnu qui peut appuyer la résilience locale aux effets projetés des changements climatiques. Même si un nombre réduit d'études a été mené jusqu'à présent sur l'état et l'implantation de l'infrastructure essentielle de santé publique dans le Nord, certains rapports signalent des problèmes locaux de surveillance et de salubrité de l'eau potable (Sierra Legal Defence Fund, 2006). Les régions nordiques sont desservies par des centres de santé communautaire, des hôpitaux régionaux et un système d'évacuation aérienne qui permet de transporter les malades vers des établissements mieux équipés, dotés de services spécialisés et d'urgence. Le nombre de généralistes et de spécialistes par habitant est beaucoup moins élevé dans le Nord. Le roulement du personnel et l'obtention de services de santé publique ne sont pas sans problème, en particulier pour les Autochtones. Les petites collectivités reculées qui ne disposent pas de réseau routier sont reliées par voie aérienne uniquement aux plus grands centres du Nord et aux agglomérations du sud. Leurs habitants sont peut-être les plus vulnérables face à certains effets des changements climatiques, notamment les catastrophes d'origine météorologique, à cause de leur accès limité à des spécialistes et à des centres de santé d'urgence.

7.4.2.6 Disparités relatives à l'état de santé

Les populations du Nord jouissent d'un moins bon état de santé en général (tableau 7.2). Les indicateurs qui ont été examinés plus haut donnent à penser que les Autochtones présentent certaines vulnérabilités susceptibles de nuire à leur capacité d'adaptation, notamment une espérance de vie plus courte, une plus forte mortalité infantile, un taux plus élevé d'insuffisance pondérale à la naissance (p. ex., au Nunavut et au Nunavik) et un nombre d'accidents beaucoup plus élevé que dans l'ensemble du pays. L'état et les soins de santé s'améliorent de manière générale dans le Nord même si, comme le relèvent le gouvernement des Territoires du Nord-Ouest (GNWT, 2005) et d'autres sources (Statistique Canada, 2005), certains indicateurs continuent d'être plus faibles parmi les populations autochtones (par ex., espérance de vie plus basse dans toutes les régions, taux d'accidents plus hauts dans les Territoires du Nord-Ouest). En fait, l'état de santé des Autochtones du Canada est demeuré le même ou s'est dégradé sous certains aspects depuis 10 ans (Young, 2003). Les disparités actuelles, notamment le piètre état de santé des groupes autochtones du Nord, retentissent sur la capacité d'adaptation

Courtoisie de Peter Langer

et la vulnérabilité face aux effets du climat sur la santé dans l'ensemble de l'Arctique. Les écarts entre les régions et à l'intérieur de celles-ci aident à déterminer les populations les plus menacées. L'état de santé généralement moins bon des Autochtones limite sensiblement leur capacité de s'adapter et d'atténuer le plus possible les effets des changements climatiques.

7.4.2.7 Résilience socioécologique

Il existe une documentation de plus en plus abondante sur la capacité d'adaptation historique des groupes autochtones dans les régions circumpolaires et sur la possibilité d'appliquer les mêmes stratégies de nos jours. L'adaptation des Autochtones a pu se faire grâce à un solide capital humain et social, une souplesse de l'organisation sociale et culturelle, une aptitude à comprendre et respecter les liens de l'être humain avec la terre et une capacité d'acquérir, de partager et d'utiliser des connaissances sur le milieu environnant. Cette résilience socioécologique (qui témoigne d'une grande capacité d'adaptation) a été fondamentale pour la survie des peuples autochtones du Nord depuis des milliers d'années (Chapin et coll., 2004). Leur culture et leur mode d'exploitation des ressources locales ont toujours été liés aux fluctuations saisonnières et à l'évolution des conditions écologiques et climatiques, ou touchés par elles. L'une des clés de leur adaptation, sur le plan de l'utilisation des ressources de l'Arctique, a été la souplesse de l'organisation sociale et du recours aux moyens techniques, alliée aux connaissances et aux capacités voulues pour faire face au changement et éviter certaines de ses répercussions. On retrouve encore certaines de ces particularités de nos jours, mais d'autres ont été minées par les transformations sociales, culturelles et économiques survenues ces dernières décennies. Par exemple, l'étude de Chapin et coll. (2004) décrit la manière dont des groupes autochtones de l'Arctique européen ont su résister en partageant les ressources, même sous forme monétaire, au sein de réseaux fondés sur la parenté qui lient les chasseurs aux travailleurs de bureau.

Auparavant, quand arrivaient de grands changements climatiques et environnementaux, on modifiait la taille du groupe, occupait de nouveaux lieux, adaptait la chasse, la pêche et la cueillette aux cycles des saisons, établissait des mécanismes de partage et créait des réseaux d'entraide (Freeman, 1996). Ces stratégies, à l'exception de la mobilité des collectivités, sont encore employées de diverses façons dans le Nord canadien (Berkes et Jolly, 2001; Nickels et coll., 2002; McCarthy et coll., 2005; Ford et coll., 2006) (tableau 7.13). Il sera sans doute plus difficile d'y recourir à l'avenir en raison de la sédentarisation des populations et du passage à un mode de vie et à des moyens de subsistance « à l'occidentale » qui effritent les liens entre l'individu et son milieu.

7.4.2.8 Disparités relatives à la capacité d'adaptation

De nombreux indicateurs de la santé et de la capacité d'adaptation révèlent qu'il existe des écarts entre les populations autochtones et non-autochtones et entre les petites collectivités éloignées et les plus grands centres du Nord (tableaux 7.3 à 7.7). Les tendances quant aux différences de capacité d'adaptation varient d'un lieu à l'autre sous l'influence d'un nombre de facteurs. Il semble qu'une plus grande proportion des habitants des grands centres régionaux, situés à proximité des réseaux de transport nord-sud (p. ex., réseaux routiers, aéroports), détiennent des emplois salariés et soient moins tributaires des ressources locales pour assurer leur subsistance. Leur moyen de subsistance (leur emploi) est moins à risque des conditions climatiques et ils ont eux-mêmes une capacité accrue de réagir aux extrêmes climatiques et aux autres risques. Ils ont souvent plus aisément accès aux ressources économiques nécessaires pour acquérir divers types de moyens de transport nécessaires et de matériel de chasse et pour acheter de la nourriture commercialisée lorsque l'approvisionnement local fait défaut, et ils ont plus facilement accès aux soins d'urgence en cas d'accident. Il s'agit le plus souvent de collectivités composées majoritairement de non-Autochtones.

En ce qui concerne le capital social, le savoir et les pratiques traditionnels ainsi que de la diversité des ressources du milieu naturel, les petites collectivités éloignées disposent de plus grands moyens d'adaptation à la modification et à la variabilité des conditions locales. Par exemple, les habitants de ces localités s'appuient beaucoup sur le savoir traditionnel pour trouver de nouveaux territoires et itinéraires de chasse, sur les techniques de survie ancestrales pour se déplacer malgré des conditions dangereuses et sur de vastes réseaux sociaux pour répartir les risques entre un plus grand nombre de personnes. Par contre, un certain nombre d'inégalités sociales et économiques désavantagent les populations autochtones sur le plan de la capacité d'adaptation. L'analyse de la capacité au niveau de la collectivité repose uniquement sur l'examen qualitatif des données présentées ici, mais le sujet mérite d'être approfondi. Il faudrait étudier plus en détail les effets des changements climatiques et les facteurs qui influent sur l'adaptation à l'échelle locale pour mieux soutenir le développement des compétences et aptitudes propres à faciliter l'application de mesures efficaces et l'atténuation des effets défavorables.

7.5 PRINCIPALES VULNÉRABILITÉS

L'évaluation de la vulnérabilité aux effets des changements climatiques sur la santé se veut un défi de taille pour une région aussi vaste et diversifiée que représente le Nord canadien. Les informations présentées dans ce chapitre permettent de formuler certaines observations d'ordre général sur les principales vulnérabilités relatives à la santé et au climat dans ces populations. Il ressort que les particuliers et les groupes sont particulièrement vulnérables lorsque le degré d'exposition est déjà élevé, qu'il s'accentue ou devrait s'accentuer et que la capacité de réagir aux effets et d'optimiser les bienfaits est réduite ou menacée. De manière générale, la vulnérabilité face aux effets des changements climatiques sur la santé dans l'Arctique canadien est souvent le résultat des forces conjuguées exercées par l'évolution de l'environnement, des conditions socio-économiques, de la situation politique et du mode de vie. Les différents types de vulnérabilité sont récapitulés ci-après selon les risques climatiques et les répercussions sur la santé.

7.5.1 Précipitations et dangers naturels

Une augmentation continue des précipitations et des températures dans l'ensemble du Nord canadien est prévue. Les collectivités situées dans les régions montagneuses (p. ex., certaines zones du Yukon et de l'est de l'île de Baffin, du Nunavik et du Labrador), qui sont difficiles d'accès par les réseaux routiers et implantées dans des secteurs sujets aux avalanches, sont particulièrement vulnérables au réchauffement des températures et aux précipitations accrues qui peuvent déclencher des avalanches et des glissements de terrain. Selon Bradley (2005), les collectivités qui se sont dotées de plans d'urgence et qui disposent d'un service de transport d'urgence sont moins vulnérables aux effets de telles catastrophes naturelles. Le rezonage, la délimitation des secteurs dangereux et la relocalisation des bâtiments dans des lieux plus sûrs, comme cela a été fait au Nunavik (Lied, 2000), permettent de réduire sensiblement l'exposition future et, par conséquent, la vulnérabilité. La prise de mesures semblables dans d'autres régions menacées procurera les mêmes avantages, c'est-à-dire diminution de l'exposition, augmentation de la capacité d'adaptation et, donc, atténuation de la vulnérabilité.

7.5.2 Conditions météorologiques imprévisibles, état des glaces et risques associés aux déplacements

Ce sont les Autochtones qui composent le groupe nordique le plus exposé aux conditions météorologiques changeantes et inhabituelles d'aujourd'hui, car ils passent de longues périodes loin de leur collectivité, sur terre ou en mer, et ont grand besoin du milieu naturel pour respecter leurs traditions, préserver leur culture et assurer leur subsistance. Le degré d'exposition aux

risques météorologiques est élevé, en particulier dans les petites localités éloignées où les activités traditionnelles font toujours partie intégrante de la vie quotidienne. Cette exposition devrait rester élevé selon les changements et fluctuations projetés du système climatique. De nombreuses collectivités côtières rapportent par ailleurs un déplacement de la saison des glaces et une augmentation de leur instabilité, qui rendent les déplacements plus dangereux. Tel que soulevé auparavant, les accidents terrestres sont plus fréquents au sein des petites collectivités éloignées et frappent surtout les jeunes Autochtones de sexe masculin (GNWT, 2004). En revanche, c'est dans ces régions que la capacité d'adaptation est sans doute la plus forte à l'heure actuelle (Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006), même si les aînés affirment que le savoir traditionnel qui permettait de prévoir les conditions naturelles s'applique moins bien au fur et à mesure que le climat se réchauffe (Chapin et coll., 2005; Huntington et coll., 2005; Nickels et coll., 2006). Les résidents se trouvent ainsi démunis de leurs connaissances, de leur capacité de prévision et de l'assurance de pouvoir vivre de leurs ressources et pourraient, à terme, devenir des « étrangers sur leur propre terre » (Berkes et Jolly, 2001). L'évolution sociale, économique et culturelle du Nord tend à sédentariser la population et à l'orienter vers des emplois salariés. La riche capacité d'adaptation ancestrale issue d'interactions régulières, fréquentes, prolongées et étroites avec le milieu environnant s'effrite. La vulnérabilité des Autochtones, en particulier les plus jeunes et les jeunes chasseurs, continuera donc de s'amplifier.

7.5.3 Blessures et maladies liées aux températures

Le réchauffement hivernal prévu, ainsi que les futures améliorations en ce qui a trait à l'accès aux soins de santé préventifs dans l'ensemble du Nord, devraient réduire les risques de blessures et de décès dus au froid. En revanche, des aînés des régions du Nunatsiavut et de l'Inuvialuit ont signalé que les températures estivales extrêmes créaient déjà des problèmes au sein de certains groupes sensibles, comme les personnes âgées et celles qui souffrent de troubles respiratoires.

Les mesures d'adaptation prises jusqu'ici pour faire face aux chaleurs accablantes semblent donner des résultats satisfaisants; toutefois, les personnes dont la mobilité est réduite et qui ne peuvent se rendre dans des bâtiments frais et bien aérés éprouvent certaines difficultés (Collectivités de la RCDI et coll., 2005). Il sera nécessaire de surveiller la vulnérabilité des personnes âgées dans tout le Nord, au fur et à mesure que le nombre et l'intensité des températures chaudes estivales ainsi que le nombre de personnes dans ce groupe à risque s'accroient (tableaux 7.1 et 7.2).

7.5.4 Maladies nouvelles et émergentes

Le degré d'exposition à de nombreuses zoonoses et maladies à transmission vectorielle dans le Nord ne fait pas généralement l'objet de contrôles suffisants. Les données sur le Nunavik montrent l'actuelle exposition à certaines maladies qui ont eu une incidence sur la santé dans cette région au cours des dernières décennies (tableau 7.11). Dans l'ouest de l'Arctique, on signale depuis quelques années une augmentation du nombre d'insectes et l'apparition de nouvelles espèces, ce qui pourrait accroître l'exposition à certains vecteurs potentiels (Collectivités de la RCDI et coll., 2005). Dans toutes les régions, les habitants qui consomment régulièrement de la nourriture traditionnelle feront face à des risques accrus d'être atteints par les zoonoses dont on prévoit la propagation dans l'ensemble du Nord, en particulier si la viande sauvage est consommée crue ou fermentée selon les méthodes anciennes. Les Autochtones établis dans de petites collectivités isolées, où ces pratiques sont plus courantes, sont les plus vulnérables. Ils sont, par ailleurs, éloignés des services d'urgence en mesure d'offrir le traitement adéquat en cas d'infection. Comme l'ont souligné des habitants de l'ouest de l'Arctique, il est nécessaire de

mettre en place un programme de sensibilisation sur les risques associés aux maladies nouvelles et émergentes afin de renforcer la capacité d'adaptation et d'atténuer la vulnérabilité (Collectivité de Tuktoyaktuk et coll., 2005). Le dépistage de *Trichinella* au Nunavik constitue un bon exemple des mesures prises pour réduire la vulnérabilité dans cette région (Proulx et coll., 2000).

7.5.5 Moyens de subsistance traditionnels, sécurité alimentaire et accès à l'eau

Dans un grand nombre de régions, les moyens de subsistance et les aspects sanitaires qui sont étroitement liés aux activités de chasse, de pêche et de cueillette sur terre et en mer subissent déjà les répercussions des changements climatiques dans le milieu naturel. Selon Duhaime et coll. (2002), les ménages du Nunavut dirigés par une femme seule ont de la difficulté à se procurer des aliments traditionnels. Nickels et coll. (2006) soulignent que les pratiques de partage communautaire de la nourriture sont déjà perturbées et qu'il conviendrait d'établir de nouveaux arrangements dans certaines collectivités. Les ménages dont la subsistance dépend de quelques espèces présentes dans leur environnement et qui ont difficilement accès à des produits de substitution sains sont les plus vulnérables aux effets des changements climatiques sur la sécurité alimentaire (p. ex., femmes monoparentales du Nunavik et du Nunavut) (tableaux 7.6 et 7.7). Dans bien des cas, ces personnes et ménages déclarent déjà faire face à de graves problèmes, situation que devraient aggraver les changements climatiques projetés.

Les collectivités les plus vulnérables face aux répercussions du réchauffement du climat et de l'exposition aux infections transmises par l'eau sont celles dans lesquelles une grande partie de l'eau consommée est brute (non traitée), en particulier l'eau consommée par les enfants et les jeunes où l'accès à l'eau traitée est limité, qui sont aux prises avec le réchauffement du climat et qui possèdent une capacité de surveillance et de contrôle réduite. Il est difficile, à l'heure actuelle, de préciser dans quelles collectivités et régions ces conditions sont présentes, faute de données comparables à l'échelle locale.

7.5.6 Pergélisol, érosion des côtes et infrastructure communautaire

L'exposition aux effets sanitaires de la fonte du pergélisol et de la déstabilisation de l'infrastructure communautaire est plus prononcée dans l'ouest de l'Arctique, qui a subi une élévation sensible des températures au cours des dernières décennies. Le phénomène est particulièrement grave dans les collectivités côtières établies à faible altitude à cause des effets conjugués du dégel du pergélisol et de l'érosion du littoral (p. ex., Tuktoyaktuk, dans les Territoires du Nord-Ouest). La capacité actuelle d'adaptation aux conséquences de ces changements, qui devraient continuer de toucher toutes les localités du Nord implantées sur le pergélisol, est réduite vu les lourds investissements nécessaires pour réparer et remplacer l'infrastructure endommagée ou menacée.

De manière générale, les habitants des petits villages côtiers éloignés comptant une forte proportion d'Autochtones sont exposés à un grand nombre de risques, et ceux-ci sont beaucoup plus graves qu'ailleurs et le seront encore davantage à l'avenir. Le fardeau est disproportionné pour ce groupe déjà considéré comme menacé ou vulnérable face à un certain nombre d'effets sur la santé. En conséquence, il conviendrait d'admettre que les effets des changements climatiques soulèvent aussi des questions de justice sociale et environnementale pour cette population du Canada (Lambert et coll., 2003).

Courtoisie de Peter Langer

7.6 PRINCIPALES LACUNES SUR LE PLAN DES CONNAISSANCES ACTUELLES ET CONCLUSIONS

La recherche sur le climat et la santé dans l'Arctique canadien continue de progresser (Berner et coll., 2005; C-CIARN Nord, 2005; Furgal et Séguin, 2006). La connaissance des différents types de répercussions et des modalités d'adaptation accroît la capacité des populations nordiques à réagir. La plus grande partie des travaux consacrés jusqu'à présent aux changements climatiques dans cette région concerne la nature des modifications biophysiques en cours plutôt que leur incidence sur la santé. On a besoin de données locales comparables pour mieux percevoir les liens qui existent entre les changements climatiques et la santé des populations de l'Arctique et pour aider à élaborer des stratégies adéquates et acceptables (Ford et coll., 2006; Nickels et coll., 2006). Il ressort de la présente analyse des vulnérabilités, des défis d'importance et des lacunes en matière de connaissances. Ceci comprend l'insuffisance des données de base jusqu'au manque d'études ciblées, en passant par la compréhension des relations essentielles entre le climat et la santé au regard des changements projetés aux échelles locale et régionale. Nous faisons ci-dessous le point sur les grandes lacunes de nos connaissances actuelles et exposons quelques recommandations destinées à les combler.

7.6.1 Lacunes sur le plan des connaissances et recommandations de recherche

L'une des plus grandes difficultés soulevées par l'étude des effets du climat sur la santé humaine dans le Nord canadien vient du manque de statistiques comparables, pour de nombreuses régions, sur les principales conséquences que les changements et la variabilité du climat et de l'environnement pourraient avoir. L'insuffisance de données locales et régionales comparables, échelonnées dans le temps, entrave fortement l'évaluation de la vulnérabilité face aux changements climatiques. Comme cette vulnérabilité est fonction de plusieurs facteurs socio-économiques, géographiques, sanitaires et institutionnels, il importe également de recueillir des informations comparables sur ces variables. Les principaux domaines où des lacunes dans les connaissances ont été relevées au fil du chapitre sont les suivants :

- qualité de l'eau et état de l'infrastructure communautaire d'approvisionnement en eau;
- niveau de services communautaires de préparation et d'intervention d'urgence;
- incidence des zoonoses et des vecteurs sensibles au climat;
- collecte de données sur les blessures en fonction de leur cause;
- sécurité de l'accès à la nourriture traditionnelle et facteurs en jeu dans certaines régions;
- pratiques agricoles actuelles et possibilités de développement futur;
- principaux éléments influant sur la capacité actuelle d'adaptation et leur présence dans les ménages, collectivités, territoires et régions (p. ex., revenus, revenus saisonniers, possibilités d'emploi);
- données comparables pour les régions du Nord concernant les indicateurs principaux pour la santé des effets des changements climatiques.

Courtoisie de Peter Langer

Une grande partie des connaissances sur la vulnérabilité des populations du Nord en matière de santé se fonde sur un très petit nombre d'études ciblées. Les méthodes employées pour recueillir les informations nécessaires à l'amélioration de la compréhension de ces questions (p. ex., ateliers locaux, entrevues avec des résidents) peuvent apporter d'autres avantages, tels que le renforcement immédiat des capacités locales en faisant mieux connaître les répercussions éventuelles et en stimulant les discussions sur les solutions nécessaires. Comme le signalent Furgal et Séguin (2006), les stratégies d'adaptation établies à l'échelle locale semblent les plus adaptées et les plus viables à long terme. Il faut donc que les collectivités et les individus soient associés aux mesures prises pour mieux comprendre les vulnérabilités sur le plan du climat et de la santé dans les régions nordiques. Afin de combler les principales lacunes dans les connaissances et de développer les capacités locales d'adaptation face aux diverses formes de changement en cours, les travaux de recherche ci-après, en coopération avec les instances locales et régionales établies dans l'ensemble du Nord sont suggérés :

- l'évaluation des risques régionaux en vue d'estimer comme il convient l'importance relative de certaines expositions aux conditions climatiques dans les populations;
- l'évolution de l'épidémiologie de la morbidité et de la mortalité associées à l'environnement au sein des populations nordiques (p. ex., compréhension de la configuration des blessures et des maladies, ainsi que du rôle joué, dans ces affections, par les nombreux facteurs qui influent sur la capacité d'adaptation);
- les effets du changement et de la variabilité du climat et de l'environnement sur la sécurité alimentaire dans le Nord;
- l'étude des effets et de l'adaptation au sein des populations non-autochtones du Nord;
- l'étude de l'importance relative des principaux facteurs socio-économiques qui interviennent dans l'adoption de mesures d'adaptation ou de protection sanitaire à l'échelle locale;
- la collecte de données et évaluation des modes d'adaptation individuels et collectifs face à la modification du climat et de l'environnement;
- l'affinement des scénarios et modèles climatiques régionaux destinés à évaluer les effets sur la santé; et
- l'étude intégrée du climat, des populations humaines, des éléments biophysiques et du système naturel aux échelles locale et régionale.

Les études ultérieures pourront aussi bénéficier du renforcement de la capacité locale d'analyse et d'utilisation des données sur le climat et la santé en vue des programmes et des politiques à mettre en œuvre de même que du renforcement de la capacité régionale de contrôle et de surveillance en vue d'établir à l'échelle du Nord une base de données comparables en ce qui a trait aux effets du climat sur la santé.

7.6.2 Conclusions

Les communautés du Nord sont soumises à un certain nombre de facteurs de stress indéniables. Il est probable que les changements climatiques en intensifieront certains, en accentueront d'autres et en tempéreront ou atténueront quelques-uns. Les pressions exercées par une population jeune et croissante et les nouvelles tendances sociales, culturelles et économiques observées aujourd'hui continueront dans les prochaines années à mettre à l'épreuve la capacité d'adaptation aux changements climatiques dans ces régions. Selon Last et Chiotti (2001), l'établissement de programmes d'éducation et de sensibilisation portant sur divers sujets liés au climat et à la santé, le développement de nouvelles technologies et la mise en place de services de surveillance et de contrôle épidémiologiques efficaces contribueront à réduire la vulnérabilité des habitants et des collectivités du Nord.

Alors que de nombreux Autochtones sont sans doute plus exposés que d'autres aux risques climatiques, ils possèdent aussi une aptitude inhérente à s'adapter quand ils peuvent mobiliser les nombreuses habiletés qui leur ont permis de survivre pendant des milliers d'années. L'adoption de stratégies visant à intégrer ou à structurer l'acquisition et l'enseignement de certains aspects de cette capacité, associées à d'autres types de programmes de sensibilisation en matière de santé publique, pourrait s'avérer utile pour renforcer les capacités d'adaptation et réduire la vulnérabilité à l'avenir (p. ex., camps sur le savoir et les pratiques traditionnels organisés sur le terrain; programmes de soutien financier des activités de chasse, de pêche et de cueillette).

Il y a des lacunes marquées dans les connaissances sur la capacité de surveillance et de monitoring de la santé publique en rapport avec les effets des changements climatiques et environnementaux dans le Nord. Par contre, les initiatives récentes de Santé Canada et celles de l'Agence de la santé publique du Canada dont la recherche sur les maladies transmises par les aliments et l'eau, la surveillance et le monitoring dans les collectivités du Nord relatifs aux changements climatiques et le soutien de la santé communautaire au moyen du Programme d'aide préscolaire aux Autochtones, constituent d'importantes contributions à cet égard. Gosselin et coll. (2006a, 2006b) analysent actuellement en détail la capacité de surveillance de la santé publique dans les zones de règlement des revendications territoriales des Inuits, sous l'angle des changements climatiques et de leurs effets possibles sur la santé. De plus, certaines collectivités participent à des travaux de recherche dans le cadre de l'Année polaire internationale, et des initiatives sont en cours avec l'appui d'ArcticNet (réseau de centres d'excellence) et d'autres programmes (p. ex., Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord,). Ces activités facilitent aussi considérablement la collecte de données de référence utiles pour maintenir les activités de monitoring et aident à mieux comprendre les problèmes et à trouver les meilleures solutions. Grâce à ces renseignements, nos

connaissances sur la capacité de réaction réelle des populations du Nord et sur les secteurs dans lesquels il convient de concentrer l'action engagée pour renforcer les capacités et atténuer les vulnérabilités actuelles et futures seront beaucoup plus élargies.

L'évaluation des vulnérabilités présentée dans ce chapitre est une première étape dans l'analyse des questions complexes touchant le Nord canadien. Il faudra déployer de grands efforts pour améliorer nos connaissances dans ce domaine et étendre la capacité des populations nordiques à réagir face aux changements qui s'opèrent dans la région. Les individus, les collectivités et les gouvernements doivent travailler de concert afin de renforcer les capacités actuelles et en développer de nouvelles. Tenant compte que les services de santé publique sont peu développés dans le Nord canadien, une amélioration de l'accès aux soins de santé contribuera directement au renforcement de la capacité d'adaptation aux répercussions des changements climatiques. Toutefois, le secteur de la santé ne peut à lui seul prendre en charge tous les risques dont font face les résidents du Nord. Il importe donc que les divers secteurs de la société collaborent afin de renforcer la capacité d'adaptation communautaire et mettre les solutions nécessaires à la disposition des citoyens et des collectivités.

7.7 RÉFÉRENCES

Affaires indiennes et du Nord Canada (AINC). *Panier de provisions nordique,* 2007. Consulté le 15 mars 2007, à l'adresse http://www.ainc-inac.gc.ca/ps/nap/air/Fruijui/NFB/nfb_f.html

Agence de santé publique du Canada (ASPC). *Agence de santé publique du Canada – rapport sur les plans et les priorités, 2007 – 2008,* Ottawa, 2006.

Allard, M., R. Fortier, C. Duguay et N. Barrette. A trend of fast climate warming in northern Quebec since 1993. Impacts on permafrost and man-made infrastructures [Tendance vers un rapide réchauffement climatique dans le Nord québécois depuis 1993. Effets sur le pergélisol et les infrastructures construites par l'homme], dans *American Geophysical Union, Fall Meeting 2002* [Union américaine de géophysique, réunion de l'automne 2002] (résumé nº B11E-03), San Francisco, American Geophysical Union, 2002.

Arctic Climate Impact Assessment (ACIA). *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA) scientific report* [Rapport scientifique de l'évaluation de l'impact du climat de l'Arctique], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2005.

Arctic Human Development Report (AHDR), Akureyri, Islande, Stefansson Arctic Institute, 2004.

Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP). *Arctic pollution 2002: Persistent organic pollutants, heavy metals, radioactivity, human health, changing pathways* [Pollution dans l'Arctique 2002 : polluants organiques persistants, métaux lourds, radioactivité, santé humaine, voies d'entrée changeantes], Oslo, Norvège, 2002.

Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP). *Arctic Monitoring and Assessment Program (AMAP) assessment 2002: Human health in the Arctic* [Évaluation de 2002 du Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique : santé humaine dans l'Arctique], Oslo, Norvège, 2003.

Armitage, D. Community-based narwhal management in Nunavut, Canada: Change, uncertainty and adaptation [Gestion communautaire du narval au Nunavut, au Canada : changement, incertitude et adaptation], *Society and Natural Resources,* vol. 18, p. 715-731, 2005.

Barron, M. *A summary of health related effects of climate change in four Arctic regions organized by health determinant, based on a synthesis of project and workshop reports* [Résumé des effets des changements climatiques sur le plan de la santé dans quatre régions classées par déterminant de la santé d'après une synthèse des rapports de projets et d'ateliers], Rapport préparé pour le Bureau du changement climatique et de la santé de Santé Canada par Barron Research Consulting, Dundas, Ontario, 2006.

Barrow, E., B. Maxwell et P. Gachon. *Climate variability and change in Canada: Past, present and future* [Variabilité et changement du climat au Canada : passé, présent et futur], Ottawa, Environnement Canada, 2004.

Berkes, F. et D. Jolly. Adapting to climate change: Socio-ecological resilience in a Canadian western Arctic community [Adaptation au changement climatique : résistance socioécologique dans une collectivité de l'Ouest de l'Arctique canadien], *Conservation Ecology,* vol. 5, nº 2, p. 18, 2001.

Berner, J.E. Climate change and health in the circumpolar north [Les changements climatiques et la santé dans le Nord circumpolaire], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 435-437, 2005.

Berner, J., C. Furgal, P. Bjerregaard, M. Bradley, T. Curtis et coll. Human health [Santé humaine], dans *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Évaluation des effets du climat dans l'Arctique], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2005.

Blanchet, C., E. Dewailly, P. Ayotte, S. Bruneau, O. Receveur et coll. Contribution of selected traditional and market foods to the diet of Nunavik Inuit women [Contribution de certains aliments traditionnels et commerciaux au régime alimentaire des femmes inuites du Nunavik], *Canadian Journal of Dietetic Practice and Research,* vol. 61, nº 2, p. 1-9, 2000.

Bogoyavlenskiy, D. et A. Siggner. Arctic demography [Démographie de l'Arctique], dans *Arctic Human Development Report (AHDR)* [Rapport sur le développement humain dans l'Arctique], Akureyri, Islande, Stefansson Arctic Institute, 2004.

Bonsal, B.R. et T.D. Prowse. Regional assessment of GCM-simulated current climate over northern Canada [Évaluation régionale du climat actuel du Nord canadien, simulé par des modèles de circulation générale], *Arctic,* vol. 59, p. 115-128, 2006.

Booth, S. et D. Zeller. Mercury, food webs and marine mammals: Implications of diet and climate change for human health [Le mercure, les réseaux trophiques et les mammifères marins : effets du régime alimentaire et des changements climatiques sur la santé humaine], *Environmental Health Perspectives,* vol. 113, nº 5, p. 521-526, 2005.

Bradley, M.J. Climate related events and community preparedness [Phénomènes liés au climat et état de préparation des collectivités], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 438-439, 2005.

Bradley, M.J., S.J. Kutz, E. Jenkins et T.M. O'Hara. The potential impact of climate change on infectious diseases of Arctic fauna [Impact potentiel du changement climatique sur les maladies infectieuses de la faune arctique], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 468-477, 2005.

Brown, J., K.M. Hinkel et F.E. Nelson (dir.) The Circumpolar Active Layer Monitoring (CALM) program: Research designs and initial results [Le programme de surveillance des couches actives de l'Arctique circumpolaire : plans des recherches et premiers résultats], *Polar Geography,* vol. 24, nº 3, p. 165-258, 2000.

Buell, M. *Backgrounder: Health Sectoral Roundtable* [Document d'information : table ronde sectorielle sur la santé], Ottawa, Organisation nationale de la santé autochtone, 2005.

Chabot, M. Kaagnituurma! As long as I am not hungry. Socio-economic status and food security of low income households in Kuujjuaq (Nunavik Regional Board of Health and Social Services & the Corporation of the Northern Village of Kuujjuaq, Kuujjuaq et Pontiac) [Kaagnituurma! Tant que je n'aurai pas faim. État socio-économique et sécurité alimentaire des ménages à faible revenu de Kuujjuaq (Régie régionale de la santé et des services sociaux Nunavik et Corporation of the Northern Village of Kuujjuaq, Kuujjuaq et Pontiac)], *La Revue canadienne de sociologie et d'anthropologie,* vol. 41, p. 2, 2004.

Chapin, F.S. III., G. Peterson, F. Berkes, T.V. Callaghan, P. Angelstam et coll. Resilience and vulnerability of northern regions to social and environmental change [Résistance et vulnérabilité des régions nordiques face aux changements sociaux et environnementaux], *Ambio,* vol. 33, nº 6, p. 344-349, 2004.

Chapin, F.S. III., M. Berman, T.V. Callaghan, P. Convey, A-S. Crépin et coll. Polar systems [Systèmes polaires], dans *Millenium ecosystem assessment* [Évaluation des écosystèmes en début de millénaire], Washington, D.C., Island Press, 2005.

Chin, J. (dir.). *Control of communicable diseases manual* [Manuel de contrôle des maladies transmissibles], Washington, American Public Health Association, 2000.

Christensen, J.H., B. Hewitson, A. Busuioc, A. Chen, X. Gao et coll. Regional climate projections [Projections régionales de climat], dans *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Bilan 2007 des changements climatiques : les éléments scientifiques. Contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur le changement climatique], Cambridge R.-U., Cambridge University Press, 2007.

Climate Change Impacts and Adaptation Research Network, North Region [Réseau canadien de recherche sur les impacts climatiques et l'adaptation] (C-CIARN Nord). *Research needs survey* [Sondage sur les besoins en recherches], Iqaluit, Nunavut, 2005.

Collectivité d'Aklavik, S. Nickels, C. Furgal, J. Castleden, B. Armstrong et coll. *Unikkaaqatigiit—Putting the human face on climate change: Perspectives from Aklavik, Inuvialuit Settlement Region* [Unikkaaqatigiit — Regard humain sur le changement climatique : observations de l'Aklavik, Inuvialuit Settlement Region], Ottawa, publication conjointe d'Inuit Tapiriit Kanatimi, de Nasivvik — Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et l'Ajunnginiq Centre de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 2005.

Collectivité d'Arctic Bay, S. Nickels, C. Furgal, J. Akumilik et B.J. Barnes. *Unikkaaqatigiit—Putting the human face on climate change: Perspectives from Arctic Bay, Nunavut* [Unikkaaqatigiit — Regard humain sur le changement climatique : observations du Arctic Bay, Nunavut], Ottawa, publication conjointe d'Inuit Tapiriit Kanatimi, de Nasivvik — Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et l'Ajunnginiq Centre de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 2005.

Collectivité de Kangiqsujuaq, C. Furgal, M. Qiisiq, B. Etidloie et P. Moss-Davies. *Unikkaaqatigiit—Putting the human face on climate change: Perspectives from Kangiqsujuaq, Nunavik* [Unikkaaqatigiit — Regard humain sur le changement climatique : observations du Kangiqsujuaq, Nunavik], Ottawa, publication conjointe d'Inuit Tapiriit Kanatimi, de Nasivvik — Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et l'Ajunnginiq Centre de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 2005.

Collectivité de Kugaaruk, S. Nickels, C. Furgal, M. Buell, H. Moquin et coll. *Unikkaaqatigiit—Putting the human face on climate change: Perspectives from Kugaaruk, Nunavut* [Unikkaaqatigiit — Regard humain sur le changement climatique : observations du Kugaaruk, Nunavut], Ottawa, publication conjointe d'Inuit Tapiriit Kanatimi, de Nasivvik — Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et l'Ajunnginiq Centre de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 2005.

Collectivité de Tuktoyaktuk, S. Nickels, C. Furgal, J. Castleden, B. Armstrong et coll. *Unikkaaqatigiit—Putting the human face on climate change: Perspectives from Tuktoyaktuk, Inuvialuit Settlement Region* [Unikkaaqatigiit — Regard humain sur le changement climatique : observations du Tuktoyaktuk, Inuvialuit Settlement Region], Ottawa, publication conjointe d'Inuit Tapiriit Kanatimi, de Nasivvik — Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et l'Ajunnginiq Centre de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 2005.

Collectivités de la région visée par la Convention définitive des Inuvialuit (RCDI), S. Nickels, M. Buell, C. Furgal et coll. *Unikkaaqatigiit—Putting the human face on climate change: Perspectives from the Inuvialuit Settlement Region* [Unikkaaqatigiit — Regard humain sur le changement climatique : observations du Inuvialuit Settlement Region], Ottawa, publication conjointe d'Inuit Tapiriit Kanatimi, de Nasivvik — Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et l'Ajunnginiq Centre de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 2005.

Collectivités du Labrador, C. Furgal, M. Denniston, F. Murphy, D. Martin et coll. *Unikkaaqatigiit—Putting the human face on climate change: Perspectives from Labrador* [Unikkaaqatigiit — Regard humain sur le changement climatique : observations du Labrador], Ottawa, publication conjointe d'Inuit Tapiriit Kanatimi, de Nasivvik — Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et l'Ajunnginiq Centre de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 2005.

Collectivités du Nunavik, C. Furgal, S. Nickels et Kativik Regional Government, Environment Department. *Unikkaaqatigiit—Putting the human face on climate change: Perspectives from Nunavik* [Unikkaaqatigiit — Regard humain sur le changement climatique : observations du Nunavik], Ottawa, publication conjointe d'Inuit Tapiriit Kanatimi, de Nasivvik — Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et l'Ajunnginiq Centre de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 2005.

Collectivités du Nunavut, S. Nickels, C. Furgal, J. Akumilik, B.J. Barnes et coll. *Unikkaaqatigiit—Putting the human face on climate change: Perspectives from Nunavut* [Unikkaaqatigiit — Regard humain sur le changement climatique : observations du Nunavut], Ottawa, publication conjointe d'Inuit Tapiriit Kanatimi, de Nasivvik — Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et l'Ajunnginiq Centre de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 2005.

Conference Board du Canada. *Economic outlook for Nunavut* [Perspectives économiques du Nunavut], Ottawa, Economic Services, 2005.

Council of Yukon First Nations (CYFN). *Health status of Yukon First Nations* [État de santé des Premières Nations du Yukon], Whitehorse, 2006.

Couture, R., S. Smith, S.D. Robinson, M.M. Burgess et S. Solomon. On the hazards to infrastructure in the Canadian north associated with thawing of permafrost [À propos des dangers de la fonte du pergélisol pour l'infrastructure du Nord canadien], *Proceedings of Geohazards 2003: Third Canadian Conference on Geotechnique and Natural Hazards* [Compte rendu des géodangers 2003 : Troisième Conférence canadienne sur la géotechnique et les dangers naturels], La Société canadienne de géotechnique, p. 97-104, 2003.

Curtis, T., S. Kvernmo et P. Bjerregaard. Changing living conditions, lifestyle and health [Évolution des conditions de vie, du mode vie et de la santé], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 442-450, 2005.

De Fabo, E.C. Arctic stratospheric ozone depletion and increased UVB radiation: Potential impacts to human health [Appauvrissement de l'ozone stratosphérique dans l'Arctique et augmentation du rayonnement UVB : impact potentiel sur la santé humaine], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 509-521, 2005.

Després C., A. Beuter., F. Richer., K. Poitras., A. Veilleux. et coll. Neuromotor functions in Inuit preschool children exposed to Pb, PCBs, and Hg [Fonctions neuromotrices chez les enfants inuits d'âge préscolaire exposés au Pb, aux PCB et au Hg], *Neurotoxicology and Teratology,* vol. 27, nº 2, p. 245-257, 2005.

Dietrich, R.A. (dir.). *Alaskan wildlife diseases* [Maladies de la faune alaskaise], Fairbanks, Institute of Arctic Biology, University of Alaska Fairbanks, 1981.

Dore, M.H.I. et I. Burton. *The costs of adaptation to climate change in Canada: A stratified estimate by sectors and regions social infrastructure* [Les coûts de l'adaptation au changement climatique au Canada : une estimation stratifiée par infrastructure sociale sectorielle et régionale], Rapport final, Ottawa, Ressources naturelles Canada, Bureau des impacts et de l'adaptation liés aux changements climatiques, 2001.

Downey, D.L. et T. Fenge. *Northern lights against POPs: Combatting toxic threats in the Arctic* [Aurores boréales — Lutte contre les POP : combattre les menaces posées par les substances toxiques dans l'Arctique], Montréal et Kingston, McGill-Queen's University Press, 2003.

Duhaime, G., P. Fréchette et V. Robichaud. *The economic structure of Nunavik Region (Canada): Changes and stability* [La structure économique de la région du Nunavik (Canada) : changements et stabilité], Québec, GÉTIC, Université Laval, 1999.

Duhaime, G., M. Chabot et A. Gaudreault. Food consumption patterns and socioeconomic factors among the Inuit of Nunavik [Tendances de la consommation alimentaire et facteurs socio-économiques chez les Inuits du Nunavik], *Ecology of Food and Nutrition,* vol. 41, p. 91-118, 2002.

Duhaime, G., A. Lemelin, V. Didyk, O. Goldsmith, G. Winther et coll. Arctic economies [Économie de l'Arctique], dans *Arctic Human Development Report (AHDR)* [Rapport sur le développement humain dans l'Arctique], Akureyri, Islande, Stefansson Arctic Institute, 2004.

Ebi, K.L., S. Kovats et B. Menne. An approach for assessing human health vulnerability and public health interventions to adapt to climate change [Approche pour l'évaluation de la vulnérabilité de la santé humaine et des interventions en santé publique en vue de l'adaptation au changement climatique], *Environmental Health Perspectives,* vol. 114, nº 12, p. 1930-1934, 2006.

Fandrick, B. Water management issues in Inuit communities [Gestion de l'eau au sein des collectivités inuites], *Inuit Tapiriit Kantami (ITK,) Environment Bulletin,* vol. 3, p. 9-11, 2005.

Farmer, T., K. Robinson, S.J. Elliott et J. Eyles. Developing and implementing a triangulation protocol for qualitative health research [Élaboration et mise en œuvre d'un protocole de triangulation en vue d'études qualitatives sur la santé], *Qualitative Health Research,* vol. 16, nº 3, p. 377-394, 2006.

Flato, G. et G. Brown. Variability and climate sensitivity of landfast Arctic sea ice [La variabilité de la glace de rive arctique et sa vulnérabilité face au climat], *Journal of Geophysical Research,* vol. 101, nº C11, p. 25767-25778, 1996.

Ford, J.D. et B. Smit. A framework for assessing the vulnerability of communities in the Canadian Arctic to risks associated with climate change [Cadre d'évaluation de la vulnérabilité des collectivités dans l'Arctique canadien face aux risques associés aux changements climatiques], *Arctic,* vol. 57, nº 4, p. 389-400, 2004.

Ford, J.D., B. Smit et J. Wandell. Vulnerability to climate change in the Arctic: A case study from Arctic Bay, Nunavut [Vulnérabilité au changement climatique dans l'Arctique : étude de cas d'Arctic Bay, au Nunavut], *Global Environmental Change,* vol. 16, nº 2, p. 145-160, 2006.

Freeman, M.M.R. Identity, health and social order [Identité, santé et ordre social], dans M.L. Foler et L.O. Hansson (dir.), *Human ecology and health: Adaptation to a changing world* [Écologie et santé humaines : s'adapter à un monde changeant], Gothenburg, Suède, Gothenburg University, p. 57-71, 1996.

French, H.M. et O. Slaymaker. Canada's cold landmass [La masse terrestre froide du Canada], dans H.M. French et O. Slaymaker (dir.), *Canada's cold environments* [Les milieux froids du Canada], Montréal, McGill University Press, p.3-27, 1993.

Fulton, R.J. (dir.). Quaternary geology of Canada and Greenland [Géologie du Quaternaire du Canada et du Groenland], Volume K-1 de la série *Geology of North America* [Géologie de l'Amérique du Nord], *Geology of Canada No. 1* [Géologie du Canada nº 1], *Geological Society of North America,* Ottawa, Commission géologique du Canada, 1989.

Furgal, C. et T. Prowse. Northern Canada [Nord du Canada], dans D. Lemmen (dir.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007,* Ottawa, Ressources naturelles Canada, 2008.

Furgal, C. et J. Séguin. Climate change, health and community adaptive capacity: Lessons from the Canadian North [Changements climatiques, santé et capacité d'adaptation des collectivités : leçons tirées du Nord canadien], *Environmental Health Perspectives,* vol. 114, nº 12, p. 1964-1970, 2006.

Furgal, C., D. Martin et P. Gosselin. Climate change and health in Nunavik and Labrador: Lessons from Inuit knowledge [Changements climatiques et santé au Nunavik et au Labrador : leçons tirées des connaissances des Inuits], dans I. Krupnik et D. Jolly (dir.), *The earth is faster now: Indigenous observations of Arctic environmental change* [Tout va maintenant plus vite sur la Terre : observations des autochtones sur les changements environnementaux dans l'Arctique], Fairbanks, Arctic Research Consortium of the United States, en collaboration avec l'Arctic Studies Center, Smithsonian Institution, p. 266-299, 2002.

Furgal, C., S. Kalhok, E. Loring et S. Smith. *Knowledge in action: Northern contaminants program structures, processes and products* [Agir selon nos connaissances : structures, processus et produits du Programme de lutte contre les contaminants dans le Nord], Deuxième rapport de l'évaluation des contaminants dans l'Arctique canadien, Ottawa, Affaires indiennes et du Nord Canada, 2003.

George, J. Village plans mass relocation of homes away from mountain [Un village planifie la relocalisation massive de résidences loin de la montagne], *Nunatsiaq News,* 29 avril 1999.

Gosselin P., S. Owens, C. Furgal, L. Château-Degat et J-F. Proulx. *Public health surveillance and climate change case study results in Nunavik* [Résultats de l'étude de cas sur la surveillance de la santé publique et les changements climatiques au Nunavik] (affiche), rencontre scientifique annuelle du Réseau de centres d'excellence Arcticnet tenue à Victoria (Colombie-Britannique) du 12 au 15 décembre 2006, 2006a.

Gosselin, P., S. Owens, C. Furgal, D. Martin et G. Turner. *Public health surveillance and climate change case study results in Nunatsiavut* [Résultats de l'étude de cas sur la surveillance de la santé publique et le changement climatique au Nunatsiavut] (affiche), rencontre scientifique annuelle du Réseau de centres d'excellence Arcticnet tenue à Victoria (Colombie-Britannique) du 12 au 15 décembre 2006, 2006b.

Gouvernement du Canada. *Troisième rapport national du Canada sur les changements climatiques : Mesures prises en vertu de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques,* Ottawa, 2001.

Gouvernement du Canada. *Aspect humain de la santé mentale et de la maladie mentale au Canada 2006,* Ottawa, Ministre des Travaux publics et des Services gouvernementaux du Canada, 2006.

Government of Nunavut. *Nunavut climate change workshop: Adaptation action in arctic communities* [Atelier sur le changement climatique au Nunavut : mesures d'adaptation au sein des collectivités arctiques], rapport final, Iqaluit, ministère de l'Environnement, Division de la protection de l'environnement, 2006.

Government of the Northwest Territories (GNWT). *Injury in the Northwest Territories: A descriptive report* [Les blessures dans les Territoires du Nord-Ouest : un rapport descriptif], Yellowknife, ministère de la Santé et des Services sociaux, 2004.

Government of the Northwest Territories (GNWT). *The NWT health status report: 2005* [Rapport sur l'état de santé dans les Territoires du Nord-Ouest], Yellowknife, Santé et Services sociaux des Territoires du Nord-Ouest, 2005.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate change 2001: The scientific basis. Contribution of working Group I to the third assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Bilan 2001 des changements climatiques : Les éléments scientifiques, contribution du Groupe de travail I au troisième rapport d'évaluation du Groupes d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], J.T. Houghton, Y. Ding, D.J. Griggs, M. Noguer, P.J. van der Linden et coll. (dir.), Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* [Bilan 2007 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité, contribution du Groupe de travail II au quatrième rapport d'évaluation du Groupes d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, et C.E. Hanson (dir.), Cambridge, Cambridge University Press, 2007.

Gunn, A., F. Miller, S.L. Barry et A. Buchan. A near-total decline in caribou on Prince of Wales, Somerset, and Russell Islands, Canadian Arctic [Le déclin quasi total des populations de caribous des îles Prince-de-Galles, Somerset et Russell, dans l'Arctique canadien], *Arctic,* vol. 59, n° 1, p. 1-13, 2006.

Guyot, M., C. Dickson, K. Macguire, C. Paci, C. Furgal et coll. Local observations of climate change and impacts on traditional food security in two northern Aboriginal communities [Observations locales des changements climatiques et de leurs effets sur l'approvisionnement en aliments traditionnels dans deux collectivités autochtones], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 65, n° 5, p. 403-415, 2006.

Hamilton, L.C., B.C. Brown et R.O. Rasmussen. West Greenland's cod-to-shrimp transition: Local dimensions of climatic change [De la morue à la crevette : dimensions locales du changement climatique dans l'Ouest du Groenland], *Arctic,* vol. 56, nº 3, p. 271-282, 2003.

Harding, L.E. The future of Peary Caribou (Rangifer tarandus pearyi) in a changing climate [L'avenir du caribou de Peary (Rangifer tarandus pearyi) dans un climat changeant], dans T.D. Hooper (dir.), *Proceedings of the Species at Risk 2004 Pathways to Recovery Conference, March 2 – 6, 2004, Victoria, British Columbia* [Compte rendu de la Conférence de 2004 sur les voies de rétablissement des espèces en péril, du 2 au 6 mars 2004, Victoria, Colombie-Britannique], Victoria, Species at Risk 2004 Pathways to Recovery Conference Organizing Committee, 2004.

Hassi, J., M. Rytkonen, J. Kotaniemi et H. Rintamaki. Impacts of cold climate on human heat balance, performance and health in circumpolar areas [Conséquences du climat froid sur le bilan thermique, la performance et la santé des humains dans les régions circumpolaires], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 459-476, 2005.

Hoeve, T.E., F. Zhou, A. Zhang et J. Cihlar. *Assessment of building foundation sensitivity to climate change in the Northwest Territories* [Évaluation de la fragilité des fondations des immeubles aux changements climatiques dans les Territoires du Nord-Ouest], Ottawa, Ressources naturelles Canada, 2006.

Huntington, H.P. Using traditional ecological knowledge in science: Methods and applications [Utilisation scientifique du savoir écologique traditionnel : méthodes et applications], *Ecological Applications,* vol. 10, nº 5, p. 1270-1274, 2000.

Huntington, H., S. Fox, F. Berkes, I. Krupnik, A. Whiting et coll. The changing Arctic: Indigenous perspectives [L'Arctique en évolution : observations des Autochtones], dans *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Évaluation des effets du climat dans l'Arctique], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 61-98, 2005.

Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). *Portrait de santé du Québec et ses régions 2006 : Les statistiques — Deuxième rapport national sur l'état de santé de la population du Québec,* Québec, Gouvernement du Québec, 2006.

Kattsov, V.M., E. Kallen, H. Cattle, J. Christensen, H. Drange et coll. Future climate change: Modeling and scenarios for the Arctic [Les changements climatiques à venir : modélisation et scénarios pour l'Arctique], dans *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Évaluation de l'impact du climat dans l'Arctique], Londres, R.-U., Cambridge University Press, p. 100-150, 2005.

Kelmelis, J., E. Becker et S. Kirtland. *Workshop on the foreign policy implications of Arctic warming: Notes from an international workshop* [Atelier sur les conséquences du réchauffement de l'Arctique sur la politique étrangère : remarques tirées d'un atelier international], U.S. Geological Survey, Open-File Report, 2005-1447, 2005.

Kovesi, T., D. Creery, N.L. Gilbert, R. Dales, D. Fugler et coll. Indoor air quality risk factors for severe lower respiratory tract infections in Inuit infants in Baffin Region, Nunavut: A pilot study [Qualité de l'air intérieur : les facteurs de risque d'infection des voies respiratoires inférieures chez les enfants inuits en bas âge], *Indoor Air,* vol. 16, nº 4, p. 266-275, 2006.

Kraemer, L.D., J. Berner et C. Furgal. The potential impact of climate on human exposure to contaminants in the Arctic [Impact potentiel du climat sur l'exposition humaine aux contaminants dans l'Arctique], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 498-509, 2005.

Krupnik, I. et D. Jolly (dir.). *The earth is faster now: Indigenous observations of Arctic environmental change* [Tout va maintenant plus vite sur la Terre : observations des Autochtones sur les changements environnementaux dans l'Arctique], Washington, D.C., Arctic Research Consortium of the United States, Arctic Studies Centre, Smithsonian Institution, 2002.

Kuhnlein, H.V. Change in the use of traditional foods by the Nuxalk native people of British Columbia [Changements dans l'utilisation des aliments traditionnels par les peuples autochtones nuxalk de la Colombie-Britannique], *Ecology of Food and Nutrition,* vol. 27, nº 3-4, p. 259-282, 1992.

Kuhnlein, H.V. et O. Receveur. Energy, fat, and calcium in bannok consumed by Canadian Inuit [Énergie, matières grasses et calcium dans le pain bannock consommé par les Inuits canadiens], *Journal of the American Dietetic Association,* vol. 101, nº 5, p. 580-581, 2001.

Kuhnlein, H.V., O. Receveur, H.M. Chan et E. Loring. *Assessment of dietary benefit: Risk in Inuit communities* [Évaluation de l'apport alimentaire : risques au sein des collectivités inuites], Québec, Centre pour la nutrition et l'environnement des peuples autochtones (CINE), Université McGill, 2000.

Kuhnlein, H.V., H.M. Chan, D. Leggee et V. Barthet. Macronutrient, mineral and fatty acid composition of Canadian Arctic traditional food [La composition en macronutriments, en minéraux et en acides gras de la nourriture traditionnelle dans l'Arctique canadien], *Journal of Food Composition and Analysis,* vol. 15, p. 545-566, 2002.

Kutz, S.J., E.P. Hoberg, J. Nagy, L. Polley et B. Elkin. "Emerging" parasitic infections in Arctic ungulates [Les infections parasitaires « émergentes » chez les ongulés de l'Arctique], *Integrative and Comparative Biology 2004,* vol. 44, nº 2, p. 109-118, 2004.

Lafortune, V., C. Furgal, J. Drouin, T. Annanack, N. Einish et coll. *Climate change in northern Québec: Access to land and resource issues* [Le changement climatique dans le Nord québécois : accès à la terre et aux ressources], Kuujjuaq, Nunavik, Administration régionale de Kativik, 2004.

Lambert, T.W., C.L. Soskolne, V. Bergum, J. Howell et J.B. Dossetor. Ethical perspectives for public and environmental health: Fostering autonomy and the right to know [Perspectives éthiques en matière de santé publique et d'hygiène du milieu : promotion de l'autonomie et du droit de savoir], *Environmental Health Perspectives,* vol. 111, nº 2, p. 133-137, 2003.

Last, J.M. et Q.P. Chiotti. Climate change and human health [Les changements climatiques et la santé humaine], *ISUMA,* vol. 2, p. 62-69, 2001.

Ledrou, I. et J. Gervais. *Insécurité alimentaire,* Statistique Canada, nº 82-003 XIF au catalogue, Rapports sur la santé, vol. 16, nº 3, 2005.

Lied, K. *Évaluation des risques d'avalanche au Nunavik et sur la Côte-Nord du Québec, Canada,* Québec, Ministère de la Sécurité publique du Québec, 2000.

Martin, D. Quality of drinking water in Nunavik: How a changing climate affects disease [Qualité de l'eau potable au Nunavik : comment le changement climatique influe-t-il sur les maladies], *Inuit Tapiriit Kanatami (ITK) Environment Bulletin,* vol. 3, p. 13-15, 2005.

Martin, D., D. Bélanger, P.Gosselin, J. Brazeau, C. Furgal et coll. Climate change, drinking water and human health in Nunavik : Adaptation strategies [Les changements climatiques, l'eau potable, et la santé humaine en Nunavik : les stratégies d'adaptation], rapport préparé pour soumission au Fonds d'action pour le changement climatique sub-composant des conséquences et adaptations, Santé humaine, Ressources naturelles Canada, 2005a. Consulté le 3 mars 2008, à l'adresse www.itk.ca/environment/water-nunavik-report.pdf

Martin, D., B. Levesque, J.S. Maguire, A. Maheux, C.M. Furgal et coll. *Drinking water quality in Nunavik: Health impacts in a climate change context, final report* [Qualité de l'eau potable au Nunavik : impact sur la santé dans le contexte du changement climatique, rapport final], projet financé par ArcticNet et ACADRE (Nasivvik), 2005b.

McBean, G., G. Alekseev, D. Chen, E. Førland, J. Fyfe et coll. Arctic climate: Past and present [Climat arctique : passé et présent], dans *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Évaluation de l'impact du climat sur l'Arctique], Londres, R.-U., Cambridge University Press, p. 22-60, 2005.

McCarthy, J.J., M. Long Martello, R. Corell, N.E. Selin, S. Fox et coll. Climate change in the context of multiple stressors and resilience [Le changement climatique dans le contexte des agents de stress multiples et de la résistance], dans *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Évaluation de l'impact du climat sur l'Arctique], Londres, R.-U., Cambridge University Press, 2005.

McIntyre, L., N.T. Glanville, K.D. Raine, J.B. Dayle, B. Anderson et coll. Do low-income lone mothers compromise their nutrition to feed their children? [Les mères monoparentales à faible revenu compromettent-elles leur alimentation pour nourrir leurs enfants?], *Journal de l'Association médicale canadienne,* vol. 168, nº 6, p. 686-691, 2003.

McMichael, A.J. et S. Kovats. Climate change and climate variability: Adaptations to reduce adverse health impacts [Changement et variabilité du climat : les adaptations pour réduire les effets néfastes sur la santé], *Environmental Monitoring and Assessment,* vol. 61, p. 49-64, 2000.

Messner, T. Environmental variables and the risk of disease [Variables environnementales et risques de maladie], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 523-533, 2005.

Miller, F.L. et A. Gunn. Catastrophic die-off of Peary caribou on the Western Queen Elizabeth Islands, Canadian High Arctic [Mortalité massive catastrophique chez les caribous de Peary dans l'Ouest des îles de la Reine-Élisabeth], *Arctic,* vol. 56, nº 4, p. 381-390, 2003.

Ministre de l'Environnement du Québec. *Étude d'impact du projet de modification réglementaire sur l'eau potable en regard des communautés autochtones, Direction des politiques du secteur municipal, Service de l'expertise technique en eau,* Québec, 2000.

Moquin, H. Freshwater and climate change [Eau douce et changement climatique], *Inuit Tapiriit Kanatami (ITK) Environment Bulletin,* vol. 3, p. 4-9, 2005.

Nayha, S. Environmental temperature and mortality [Température et mortalité], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 451-458, 2005.

Nelson, F.E., O.A. Anisimov et N.I. Shiklamonov. Climate change and hazard zonation in the circum-Arctic permafrost regions [Changements climatiques et classification des dangers dans les régions circumpolaires de l'Arctique avec pergélisol], *Natural Hazards,* vol. 26, nº 3, p. 203-225, 2002.

Nickels, S., C. Furgal, J. Castelden, P. Moss-Davies, M. Buell et coll. Putting the human face on climate change through community workshops [Regard humain sur les changements climatiques — ateliers communautaires], dans I. Krupnik et D. Jolly (dir.), *The earth is faster now: Indigenous observations of Arctic environmental change* [Tout va maintenant plus vite sur la Terre : observations des Autochtones sur les changements environnementaux dans l'Arctique], Washington, D.C., Arctic Research Consortium of the United States, Arctic Studies Centre, Smithsonian Institution, p. 301-333, 2002.

Nickels, S., C. Furgal, M. Buell et H. Moquin. *Unikkaaqatigiit—Putting the human face on climate change: Perspectives from Inuit in Canada [Unikkaaqatigiit — Regard humain sur les changements climatiques : observations des Inuits du Canada],* Ottawa, publication conjointe d'Inuit Tapiriit Kanatimi, de Nasivvik — Centre pour la santé des Inuits et les changements environnementaux de l'Université Laval et l'Ajunnginiq Centre de l'Organisation nationale de la santé autochtone, 2006.

Noonan, G., E.C. Weatherhead, S. Gearheard et R.G. Barry. *Arctic weather change: Linking indigenous (Inuit) observations with the surface temperature record* [Changement climatique dans l'Arctique : liens entre les observations des Inuits et les records de température en surface] (affiche A33D-0938), American Geophysical Union, rencontre de l'automne 2005, résumé nº A33D-0938, 2005.

Nunavut Tunngavik Incorporated (NTI). *Elders' conference on climate change* [Conférence des aînés sur le changement climatique], Cambridge Bay et Iqaluit, Nunavut Tunngavik Inc., 2001.

Nuttall, M., F. Berkes, B. Forbes, G. Kofinas, T. Vlassova et coll. Hunting, herding, fishing and gathering: Indigenous peoples and renewable resource use in the Arctic [Chasse, formation de troupeaux, pêche et cueillette : les peuples autochtones et l'utilisation des ressources renouvelables dans l'Arctique], dans *Arctic Climate Impacts Assessment* [Évaluation de l'impact Du climat dans l'Arctique], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2005.

Ogden, N.H., A. Maarouf, I.K. Barker, M. Bigras-Poulin, L.R. Lindsay et coll. Climate change and the potential for range expansion of the Lyme disease *vector Ixodes scapularis* in Canada [Changement climatique et expansion possible de l'aire de répartition du vecteur de la maladie de Lyme, *Ixodes scapularis,* au Canada], *International Journal for Parasitology,* vol. 36, nº 1, p. 63-70, 2006.

Organisation mondiale de la santé (OMS). *Changement climatique et santé humaine — Risques et mesures à prendre,* Genève, 2003.

Organisation mondiale de la santé (OMS). *The Constitution of the World Health Organization* [La Constitution de l'Organisation mondiale de la santé], 2006. Consulté le 10 janvier 2008, à l'adresse http://www.who.int/governance/eb/constitution/en/index.html

Ouranos. *Adapting to climate change* [S'adapter au changement climatique], Montréal, Consortium Ouranos, 2005.

Owens, S. *Climate change and health among women of labrador* [Changement climatique et santé des femmes du Labrador], Mémoire de maîtrise, Faculté de médecine, Université Laval, Québec, 2005.

Parkinson, A.J. et J.C. Butler. Potential impacts of climate change on infectious diseases in the Arctic [Impact potentiel du changement climatique sur les maladies infectieuses dans l'Arctique], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, nº 5, p. 478-486, 2005.

Parlee, B., M. Manseau et Première Nation Lutsël K'é Dene. Using traditional knowledge to adapt to ecological change: Denésoliné monitoring of caribou movements [Utilisation du savoir traditionnel pour s'adapter au changement écologique : surveillance des déplacements des caribous par Denésoliné], *Arctic,* vol. 58, nº 1, p. 26-37, 2005.

Proulx, J.F., D. Leclair et S. Gordon. *Trichinellosis and its prevention in Nunavik, Quebec, Canada* [La prévention de la trichinellose au Nunavik, Québec, Canada], Beauport, Québec, Santé Nunavik, Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS), 2000.

Prowse, T.D. An overview [Survol], dans T.D. Prowse et C.S.L. Ommanney (dir.), *Northern hydrology: Canadian perspectives* [Hydrologie nordique : perspectives canadiennes], Saskatoon, Environnement Canada, Institut national de recherches hydrologiques, p. 1-36, 1990.

Receveur, O., M. Boulay et H.V. Kuhnlein. Decreasing traditional food use affects diet quality for adult Dene/Métis in 16 communities of the Canadian Northwest Territories [La baisse de la consommation de nourriture traditionnelle affecte la qualité de la diète des adultes dénés et métis de 16 collectivités des Territoires du Nord-Ouest], *Journal of Nutrition,* vol. 127, nº 11, p. 2179-2186, 1997.

Riedlinger, D. Climate change and the Inuvialuit of Banks Island, NWT: Using traditional environmental knowledge to complement western science [Le changement climatique et les Inavialuits de l'île Banks : utilisation du savoir traditionnel pour compléter les connaissances scientifiques occidentales], *InfoNorth (Arctic),* p. 430-431, 1999.

Riedlinger, D. et F. Berkes. Contributions of traditional knowledge to understanding climate change in the Canadian Arctic [Contributions du savoir traditionnel à la compréhension du changement climatique dans l'Arctique canadien], *Polar Record,* vol. 37, nº 203, p. 315-328, 2001.

Rogers, D.J. et S.E. Randolph. Climate change and vector-borne diseases [Le changement climatique et les maladies à transmission vectorielle], *Advances in Parasitology,* vol. 62, p. 345-381, 2006.

Santé Canada. *Le changement climatique, la santé et le bien-être : un abécédaire en matière de politiques,* Ottawa, Bureau du changement climatique et de la santé, 2002.

Sierra Legal Defence Fund. *Waterproof II. Canada's drinking water report card* [Eau saine II : bulletin du Canada en matière d'eau potable], 2006. Consulté le 2 juillet 2007, à l'adresse http://www.sierralegal.org/reports/waterproof.II.report.pdf

Smith, S.L., M.M. Burgess et A.E. Taylor . High Arctic permafrost observatory at Alert, Nunavut—Analysis of a 23-year data set [Observation du pergélisol de l'Extrême-Arctique à Alert, au Nunavut — analyse d'un ensemble de données sur 23 ans], dans M. Phillips, S.M. Springman et L.U. Arenson (dir.), *Proceedings of the Eighth International Conference on Permafrost* [Compte rendu de la huitième conférence internationale sur le pergélisol], Zurich, Suisse, et Lisse, Pays-Bas, A.A. Balkema, p. 1073-1078, 2003.

Smith, S.L. et M.M. Burgess. Sensitivity of permafrost in Canada to climate warming [La sensibilité du pergélisol en Canada au réchauffement du climat], *Geological Survey of Canada Bulletin,* vol. 579, 2004.

Smith, T.G. et H. Wright. Economic status and role of hunters in a modern Inuit village [Conditions économiques et rôle des chasseurs dans un village inuit moderne], *Polar Record,* vol. 25, p. 93-98, 1989.

Statistique Canada. La santé des résidents du Nord, nº 82-003-XPB au catalogue, *Rapports sur la santé,* vol. 9, nº 4, 1998.

Statistique Canada. *Indicateurs de la santé, Index chronologique,* nº 82-221-XWF au catalogue, 2001a. Consulté le 2 juillet 2007, à l'adresse http://www.statcan.ca/bsolc/francais/bsolc?catno=82-221-XW

Statistique Canada. *Recensement du Canada de 2001,* 2001b. Consulté le 2 juillet 2007, à l'adresse http://www12.statcan.ca/francais/census01/home/index.cfm

Statistique Canada. La santé dans les collectivités canadiennes, nº 82-003 au catalogue, *Rapports sur la santé,* vol. 13, suppl., 2002.

Statistique Canada. *Enquête sur la santé dans les collectivités canadiennes (ESCC) 2000 – 2001,* 2003. Consulté le 2 juillet 2007, à l'adresse http://www.statcan.ca/francais/concepts/health/

Statistique Canada. *Indicateurs de la santé 2004, Index chronologique,* nº 82-221-XWF au catalogue, 2004a. Consulté le 2 juillet 2007, à l'adresse http://www.statcan.ca/bsolc/francais/bsolc?catno=82-221-X&CHROPG=1

Statistique Canada. *Statistiques démographiques annuelles,* 2004b. Consulté le 2 juillet 2007, à l'adresse http://www.statcan.ca/bsolc/francais/bsolc?catno=91-213-X&CHROPG=1

Statistique Canada. Insécurité alimentaire, nº 82-033 XIF au catalogue, *Rapports sur la santé,* vol. 16, nº 3, 2005.

Statistique Canada. *Mortalité : liste sommaire des causes, 2003,* Division des statistiques sur la santé, nº 84F0209XIF au catalogue, 2006a.

Statistique Canada. *Projections démographiques pour le Canada, les provinces et les territoires,* nº 91-520-XIF au catalogue, 2006b.

Tesar, C. What price the caribou? [La valeur du caribou], *Northern Perspectives,* vol. 31, nº 1, p. 1-3, 2007.

Thorpe, N., S. Eyegetok, N. Hakongak et les anciens Kitikmeot. Nowadays it is not the same: Inuit Qaujimajatuqangit, climate and caribou in the Kitikmeot Region of Nunavut, Canada [De nos jours ce n'est plus pareil : Inuit Qaujimajatuqangit, climat et caribou dans la région de Kitikmeot, au Nunavut, au Canada], dans I. Krupnik et D. Jolly (dir.), *The earth is faster now: Indigenous observations of Arctic environmental change* [Tout va maintenant plus vite sur la Terre : observations des Autochtones sur les changements environnementaux dans l'Arctique], Fairbanks, Arctic Research Consortium of the United States, en collaboration avec l'Arctic Studies Center, Smithsonian Institution, p. 198-239, 2002.

Transport Canada. *Impacts des changements climatiques sur les transports au Canada,* Compte rendu final de l'atelier de Transports Canada à Canmore, Rapport préparé par Marbek Resource Consultants pourTransports Canada, Ottawa, mars 2003.

Tremblay, M., C. Furgal, V. Lafortune, C. Larrivée, J.P. Savard et coll. Climate change, communities and ice: Bringing together traditional and scientific knowledge for adaptation in the North [Changement climatique, collectivités et glace : réunir le savoir traditionnel et les connaissances scientifiques en vue de l'adaptation dans le Nord], dans R. Riewe et J. Oakes (dir.), *Climate change: Linking traditional and scientific knowledge* [Changement climatique : établir un lien entre le savoir traditionnel et les connaissances scientifiques], Winnipeg, Université du Manitoba, Aboriginal Issues Press, 2006.

Usher, P.J. et G. Wenzel, 1989. Socioeconomic aspects of harvesting [Aspects socio-économiques de la récolte], dans R. Ames, D. Axford, P.J. Usher, E. Weick et G. Wenzel (dir.), *Keeping on the land: A study of the feasibility of a comprehensive wildlife support programme in the Northwest Territories* [Continuer à exploiter la terre : étude de la faisabilité d'un programme de soutien des espèces sauvages dans les Territoires du Nord-Ouest], Ottawa, Comité canadien des ressources arctiques, 1989.

Van Oostdam, J., S.G. Donaldson, M. Feeley, D. Arnold, P. Ayotte et coll. Human health implications of environmental contaminants in Arctic Canada: A review [Examen des conséquences sur la santé humaine des contaminants dans l'environnement de l'Arctique canadien], *Science of the Total Environment,* vol. 351-352, p. 165-246, 2005.

Walsh, J.E., O. Anisimov, J.O.M. Hagen, T. Jakobsson, J. Oerlemans et coll. Cryosphere and hydrology [Cryosphère et hydrologie], dans *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Évaluation de l'impact du climat dans l'Arctique], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, p. 183-242, 2005.

Warren, J., J. Berner et J. Curtis, Climate change and human health: Infrastructure impacts to small remote communities in the North [Changement climatique et santé humaine : impact sur l'infrastructure des petites collectivités isolées dans le Nord], *International Journal of Circumpolar Health,* vol. 64, n° 5, p. 487-497, 2005.

Weatherhead, B., A. Tanskanen, A. Stevermer, S.B. Andersen, A. Arola et coll. Ozone and ultraviolet radiation [Ozone et rayonnement ultraviolet], dans *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Évaluation de l'impact du climat dans l'Arctique], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2005.

Wein, E.E. et M.M.R. Freeman. Inuvialuit food use and food preferences in Aklavik, Northwest Territories, Canada [Consommation de nourriture et préférences alimentaires des Inuvialuits des Territoires du Nord-Ouest, Canada], *Arctic Medical Research,* vol. 51, n° 4, p. 159-172, 1992.

Weller, G., E. Bush, T.V. Callaghan, R. Corell, S. Fox et coll. Summary and synthesis of the ACIA [Résumé et synthèse de l'évaluation de l'impact du climat dans l'Arctique], dans *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA)* [Évaluation de l'impact du climat dans l'Arctique], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2005.

Wigle, D., A. Gilman, K. McAllister et T. Gibbons. Analysis of Arctic children and youth health indicators [Analyse des indicateurs de la santé des enfants et des jeunes dans l'Arctique], Rapport préparé pour le Groupe de travail sur le développement durable du Conseil de l'Arctique, 2005. Consulté le 20 août 2006, à l'adresse http://www.sdwg.org

Yaro, J.A. Theorizing food insecurity: Building a livelihood vulnerability framework for researching food insecurity [Théoriser l'insécurité alimentaire : élaboration d'un cadre sur la vulnérabilité des modes de vie en vue des recherches sur l'insécurité alimentaire], *Norwegian Journal of Geography,* vol. 58, p. 23-37, 2004.

Young, T.K. Review of research on aboriginal populations in Canada: Relevance to their health needs [Revue des recherches sur les populations autochtones du Canada : pertinence pour leurs besoins en santé], *British Medical Journal,* vol. 327, p. 419-422, 2003.

Zhang, X., L.A. Vincent, W.D. Hogg, et A. Niitsoo. Temperature and precipitation trends in Canada during the 20th century [Les tendances de la température et des précipitations en Canada pendant la 20e siècle], *Atmosphere-Ocean,* vol. 38, n° 3, p. 395-429, 2000.

Chapitre 8

Vulnérabilités, adaptation et capacité d'adaptation au Canada

Peter Berry

Collaborateurs :
Quentin Chiotti
Kaila-Lea Clarke
Gylda Fry
Christopher Furgal
Dieter Riedel
Jacinthe Séguin

Chapitre 8

TABLE DES MATIÈRES

8.1 Introduction 417

8.2 Vulnérabilité 419

8.3 Approches pour l'évaluation des vulnérabilités 421

8.4 Méthodes 422

8.5 Évaluation de la capacité d'adaptation 424

8.6 Capacité d'adaptation au Canada 426

8.6.1 Adaptation aux risques pour la santé provenant des dangers naturels 427

8.6.1.1 Gestion des urgences 428

8.6.1.2 Recherche, conscientisation et formation 430

8.6.1.3 Infrastructures critiques 431

8.6.1.4 Écart entre les collectivités rurales et urbaines 433

8.6.1.5 Perception du risque et attitudes des Canadiens 434

8.6.1.6 Mesures récentes pour renforcer la capacité d'adaptation 434

8.6.2 Adaptation aux risques pour la santé découlant des maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs 436

8.6.2.1 Planification et coordination institutionnelle 437

8.6.2.2 Système de santé et ressources en santé publique 437

8.6.2.3 Mise en commun et échange de renseignements 438

8.6.2.4 Formation et planification des ressources humaines 438

8.6.2.5 Mesures récentes pour améliorer la capacité d'adaptation 439

8.6.3 Adaptation aux risques pour la santé découlant de la pollution atmosphérique et des vagues de chaleur 440

8.6.3.1 Indices de qualité de l'air 440

8.6.3.2 Plans de lutte contre le smog 441

8.6.3.3 Autres mesures 442

8.6.3.4 Systèmes d'alerte-chaleur 442

8.6.3.5 Mesures récentes pour améliorer la capacité d'adaptation 446

8.6.4 Capacité intersectorielle à s'adapter aux risques posés à la santé par les changements climatiques 448

8.6.5 Principales conclusions 450

8.7 Exposition aux risques pour la santé associés au climat 452

8.7.1 Dangers naturels 452

8.7.1.1 Inondations 454

8.7.1.2 Incendies de forêt 455

Chapitre 8

8.7.2 Maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs 456

8.7.3 Pollution atmosphérique et vagues de chaleur accablante 457

8.7.3.1 Pollution atmosphérique 457

8.7.3.2 Périodes de chaleur accablante 458

8.7.4 Accroissement de la population 460

8.8 Sensibilité de la population 461

8.8.1 Personnes âgées 461

8.8.2 Enfants 462

8.8.3 Personnes souffrant de maladies 463

8.9 Principales conclusions : la vulnérabilité des Canadiens 465

8.10 Faire face aux vulnérabilités et aux risques pour la santé associés aux changements climatiques 466

8.10.1 Mesures d'adaptation proactives 467

8.10.2 Rôles et responsabilités en matière d'adaptation au Canada 469

8.10.3 Mise en œuvre et élaboration d'une stratégie d'adaptation 476

8.10.3.1 Éléments à prendre en considération dans l'élaboration et la mise en œuvre de stratégies 477

8.10.4 Obstacles à l'adaptation 482

8.10.5 Possibilités d'action 483

8.11 Besoins en matière de recherche et lacunes sur le plan des connaissances 484

8.12 Conclusions et recommandations 486

8.12.1 Conclusions 486

8.12.2 Recommandations 488

8.13 Annexes 490

Annexe 1 : Types d'alertes et d'avertissements météorologiques émis par Environnement Canada 490

Annexe 2 : Plans d'intervention en cas d'alerte de vague de chaleur au Canada 490

Annexe 3 : Certaines villes canadiennes munies d'un plan concernant les changements climatiques 490

8.14 Références 491

Chapitre 8

8.1 INTRODUCTION

Les changements climatiques mondiaux sont l'un des nombreux changements environnementaux à grande échelle qui reflètent l'importance accrue des répercussions de l'activité humaine sur l'environnement. L'appauvrissement de l'ozone stratosphérique, la perte de biodiversité, la dégradation des sols à l'échelle mondiale, l'épuisement des réserves d'eau douce et la dispersion des polluants organiques persistants à l'échelle de la planète sont autant d'autres exemples de changements de grande envergure. Combinés, ils ont des conséquences importantes sur la survie des systèmes écologiques, la production alimentaire, les activités économiques et la santé de la population humaine (McMichael et coll., 2003)[1].

Selon le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), « le réchauffement du système climatique est sans équivoque, car il est maintenant évident dans les observations de l'augmentation des températures moyennes globales de l'atmosphère et des océans, la fonte généralisée des neiges et des glaces, ainsi que l'élévation du niveau moyen mondial de la mer » (GIEC, 2007b, p. 5). La vitesse des changements climatiques et leurs effets créeront probablement de nouvelles sources de stress pour la santé des individus et des collectivités, et augmenteront la vulnérabilité aux pressions qui s'exercent déjà sur l'environnement et la société. Les effets des changements climatiques sur la santé sont variés et d'importances diverses, mais selon le GIEC, « ...les projections montrent qu'ils augmenteront progressivement dans tous les pays et toutes les régions » (GIEC, 2007a, p. 393). Les preuves d'une association entre, d'une part, des conditions climatiques particulières et, d'autre part, des cas de mortalités, de maladies et d'indispositions, sont substantielles sur la scène mondiale (McMichael et coll., 2003; Riedel, 2004; GIEC, 2007a). Les risques pour la santé auxquels font face de nombreux Canadiens et de nombreuses collectivités dans l'ensemble du pays, ainsi que la manière avec laquelle ces risques pourraient évoluer avec les changements climatiques, ont été documentés dans les chapitres précédents de la présente Évaluation. Parmi ces risques, on compte des maladies et des décès liés à la mauvaise qualité de l'air, à des vagues de chaleur, à des contaminations d'origine hydrique et alimentaire, à des variations dans les modes de dissémination des maladies par les animaux, les tiques et les insectes, ainsi qu'à des phénomènes météorologiques extrêmes. Des segments importants de notre population, par exemple, les personnes âgées et les enfants, sont souvent plus vulnérables en raison d'une sensibilité physiologique particulière ainsi que d'une capacité réduite à faire face seuls aux risques liés au climat.

La mesure à laquelle les changements climatiques affecteront la société, l'économie, la santé et la qualité de vie des Canadiens dépend de la capacité des systèmes en place à protéger les gens des risques, de la volonté d'adaptation aux changements à court et long terme, de même que de la capacité actuelle d'intensifier nos efforts d'adaptation. Les Canadiens considèrent les changements climatiques comme une menace à la santé; 81 % des personnes interrogées en 2007 ont affirmé être inquiètes des risques que présentent les changements climatiques pour la santé (Association Médicale Canadienne (AMC), 2007). Cette prise de conscience est importante pour mettre en œuvre avec succès des mesures d'adaptation à l'échelle individuelle et institutionnelle.

Les changements climatiques pourraient avoir certains effets bénéfiques pour la santé et le bien-être des Canadiens, puisqu'il y aura moins de vagues de froid (Gosselin, 2004; Riedel, 2004; Stern, 2006); toutefois, le chapitre 6, Effets des changements climatiques sur la santé au Québec, révèle

1 Selon le Forum économique mondial, les changements climatiques représentent le risque environnemental le plus élevé à l'échelle planétaire en raison de la gravité des pertes économiques et du nombre de décès possibles (Forum économique mondial, 2007).

que ces effets bénéfiques seraient limités étant donné que la population de cette province est, en général, déjà bien adaptée aux grands froids. Les Canadiens pourraient aussi bénéficier économiquement de saisons de croissance plus longues pour l'agriculture, mais cela dépend de nombreux facteurs, y compris les futurs niveaux de stress dû à la chaleur, la disponibilité de l'eau, et les problèmes liés aux ravageurs (Lemmen et coll., 2008; GIEC, 2007a).

Courtoisie de British Columbia Ministry of Foresta and Range

Kelowna, Colombie-Britannique, 2003

Le concept d'adaptation[2] n'est pas nouveau : de nombreuses mesures sont présentement mises en place au Canada dans le but de réduire les risques pour la santé associés aux phénomènes météorologiques extrêmes et à la variabilité climatique à long terme. Les autorités de santé publique de tous les ordres de gouvernement, les organisations bénévoles et les organismes privés sont responsables de toute une gamme de fonctions et de services qui peuvent être affectés par les changements climatiques. Cependant, l'efficacité des systèmes déjà en place est variable et pourrait ne pas suffire à protéger complètement les populations les plus à risque. Les dangers d'ordre météorologique les plus graves peuvent s'avérer si considérables que les efforts de gestion des risques déployés présentement pour protéger la santé et le bien-être humains peuvent être inadéquats ou inefficaces. Et si les nouvelles politiques et les nouveaux plans mis en place ne prennent pas en considération les dangers associés aux changements climatiques à venir et les risques accrus pour la santé et le bien-être humains, la population ne sera pas adéquatement protégée.

Le milieu de la santé publique milite en faveur d'interventions préventives en vue de gérer les risques associés à la variabilité et au changement du climat (Kovats et coll., 2003). Cependant, prévenir l'apparition d'une maladie avant qu'elle ne se déclare nécessite une connaissance adéquate des impacts potentiels et des vulnérabilités actuelles, de même qu'une capacité d'agir suffisante pour que les interventions nécessaires puissent être préparées. La capacité des citoyens, des gouvernements et des collectivités du Canada à s'adapter aux risques pour la santé associés à la variabilité actuelle du climat et aux changements climatiques à venir a rarement fait l'objet d'analyses rigoureuses. Il existe qu'une information fragmentaire en ce qui a trait aux adaptations individuels et à l'efficacité des mesures de protection prises par les Canadiens et leurs collectivités, ce qui fait en sorte que la compréhension des vulnérabilités est incomplète.

Dans le présent chapitre, on examine la capacité des gouvernements et des collectivités aux changements climatiques au moyen d'une évaluation des mesures et systèmes qui sont déjà en place pour gérer les risques actuels pour la santé associés au climat. On y passe en revue les résultats des dernières recherches, ainsi que les constats tirés des autres chapitres de la présente Évaluation et des ouvrages scientifiques afin de dégager des conclusions relatives à la sensibilité et à l'exposition des Canadiens aux risques associés aux changements climatiques et, enfin, de jeter un éclairage sur la vulnérabilité. Afin de soutenir les efforts d'adaptation à venir, on détermine les rôles et les responsabilités en jeu dans la gestion des risques pour la santé liés au climat et on présente un cadre d'adaptation pour la conception des mesures à prendre pour protéger les Canadiens. Finalement, on conclut en suggérant certains secteurs où on devrait peut-être davantage centrer les efforts d'adaptation et en présentant des options que les responsables de la santé publique et de la gestion des urgences devraient prendre en considération.

2 Cette « adaptation » se traduira par une modification des comportements individuels et des politiques et programmes gouvernementaux. Une telle approche permettra aux Canadiens de composer avec les plus graves incidences des changements climatiques et d'exploiter les aspects bénéfiques du phénomène (Santé Canada, 2005a). Voir la section 8.10 pour plus de détails.

8.2 VULNÉRABILITÉ

Le concept de « vulnérabilité » peut se définir de différentes façons, selon le sens qui lui est donné dans la documentation sur les catastrophes naturelles, la gestion des risques, la pauvreté, la santé publique ou le développement (Downing et Patwardhan, 2005). Dans le domaine de l'adaptation et des effets liés aux changements climatiques, la vulnérabilité se définit comme étant « la mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes » (GIEC, 2007a, p. 21). La vulnérabilité d'une population ou d'une région est fonction de (GIEC, 2001; Smit et Wandel, 2006) :

1. l'exposition du système aux dangers du climat;
2. la sensibilité du système à ces effets;
3. la capacité d'adaptation du système.

Peu importe le système économique ou social, l'exposition est la probabilité qu'un écosystème soit touché (p. ex., par des phénomènes météorologiques extrêmes, des nouvelles maladies, des épisodes de smog) et que ces répercussions s'étendent sur une région particulière (Adger, 2003). En ce qui concerne la santé humaine, l'exposition fait référence à la « quantité d'un facteur à laquelle un groupe ou une personne a été exposé; parfois en comparaison avec la dose, la quantité qui entre ou interagit avec l'organisme » (McMichael et coll., 2003, p. 291).

La sensibilité est le « degré auquel un système est influencé, favorablement ou défavorablement, par des stimuli liés au climat » (Adger et coll., 2003, p. 28). La sensibilité des personnes et des populations peut être influencée par une variété de déterminants de la santé, notamment, le statut socio-économique, la disposition biologique et génétique, la disponibilité des services de santé, le sexe et les pratiques de santé personnelles. La sensibilité aux effets de la variabilité et du changement du climat est aussi directement liée à l'efficacité des mesures et des adaptations actuelles visant à réduire l'exposition aux effets ou à réduire les risques pour la santé.

Définition de capacité d'adaptation

La capacité d'adaptation est la « capacité d'un système de s'adapter aux changements climatiques (y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes), afin d'atténuer les dommages potentiels, de tirer parti des possibilités offertes ou de faire face aux conséquences ».

Source : GIEC, 2007a, p. 21.

La capacité d'adaptation est un indicateur de la capacité d'un système à gérer les changements avec succès. Les différents niveaux de capacité d'adaptation des individus, des communautés et des gouvernements sont souvent interreliés (Smit et Wandel, 2006). Les individus sont mieux capables de sauvegarder leur santé s'ils vivent dans les communautés dont la capacité d'adaptation est élevée, et les communautés bénéficient des réponses et des plans exhaustifs mis en place par les gouvernements régionaux et provinciaux. Dans ce chapitre, il sera question de la capacité d'adaptation comme élément principal de la vulnérabilité.

Il convient de souligner que le concept de « vulnérabilité » est utilisé différemment par les chercheurs et spécialistes en gestion des situations d'urgence. Cette communauté la définit en fonction des « ... conditions déterminées par des facteurs ou des processus physiques, sociaux, économiques et environnementaux qui accentuent la sensibilité d'une collectivité aux effets des aléas. Elle représente en quelque sorte une mesure de l'état de préparation et des moyens dont dispose une collectivité pour limiter les effets des aléas ou y faire face ». (Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC), s.d., p. 12). Le degré de vulnérabilité

n'est pas directement associé au danger potentiel; il est plutôt associé à d'autres facteurs comme l'âge d'une personne, son niveau de scolarité, son revenu, son invalidité ou le degré de préparation de la collectivité pour faire face à des catastrophes.

On observe des différences marquées dans le degré de vulnérabilité des pays face aux effets des changements climatiques, plus particulièrement entre les pays développés et ceux en développement (McMichael et coll., 2003). Les pays développés sont mieux préparés à répondre aux phénomènes météorologiques extrêmes et aux urgences sanitaires. Par exemple, entre 1994 et 2003, on a recensé 40 981 décès attribuables à des catastrophes hydrométéorologiques dans les pays à développement humain élevé tandis que dans les pays à faible développement humain, ce nombre s'élevait à 293 345 (Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, 2004)[3]. Il convient de souligner qu'environ 33 000 des décès recensés dans les pays à développement humain élevé sont attribuables à un seul événement, à savoir la vague de chaleur accablante qui a touché l'Europe en 2003. Le contraste frappant entre le taux d'incidence de maladies dans des pays voisins illustre aussi l'importance des systèmes de santé publique efficaces. De 1980 à 1999, on a signalé 64 cas de dengue au Texas, tandis que 62 514 cas ont été recensés durant cette même période dans trois états mexicains frontaliers (U.S. Department of State, 2002).

Ce phénomène s'observe également à l'intérieur d'un même pays, où certaines collectivités sont plus vulnérables que d'autres en raison de la disparité des ressources. Par exemple, certaines collectivités éloignées du Nord canadien font actuellement face à de plus grands défis d'adaptation que les populations du sud. En raison de la fonte rapide du pergélisol, qui sert de base aux routes de glace, il est en effet de plus en plus difficile de réapprovisionner des collectivités, comme celle de Tuktoyaktuk, en aliments, médicaments et autres biens essentiels (Munro, 2006). En même temps, des changements surviennent chez les animaux (p. ex., le caribou), notamment en ce qui concerne leur état de santé, leurs routes migratoires et leur distribution géographique. Cette situation fait en sorte que plusieurs collectivités se trouvent privées d'un accès régulier et sûr aux aliments traditionnels pendant de longues périodes (Nickels et coll., 2006). Il existe aussi des lacunes dans les systèmes et services de santé de bon nombre de collectivités du Nord.

3 La classification des pays en pays à développement humain élevé, moyen ou faible du *Rapport sur les catastrophes dans le monde 2004 : les capacités locales de résistance* est fondée sur l'indice de développement humain du Programme des Nations Unies pour le développement de 2003 (Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, 2004).

8.3 APPROCHES POUR L'ÉVALUATION DES VULNÉRABILITÉS

Les évaluations de la vulnérabilité visent principalement à établir des mesures d'adaptation en vue d'atténuer les effets des changements climatiques (Smit et Wandel, 2006). Il est possible de faire une première évaluation de la vulnérabilité d'une population ou d'une communauté, sans connaître en détail l'évolution future du climat, en se basant d'une part sur la sensibilité des populations et sur leur exposition passée à la variabilité du climat et, d'autre part, sur des renseignements concernant la capacité présente des systèmes à s'adapter aux conditions changeantes (Lemmen et Warren, 2004).

Les niveaux actuels de vulnérabilité dépendent des mesures d'adaptation en place et de l'efficacité d'une gamme d'activités traditionnelles en santé publique (GIEC, 2007a). La vulnérabilité augmentera ou diminuera en fonction des mesures prises en matière de réduction des risques sanitaires et des urgences liés au climat; sachant cela, il est possible de déceler les lacunes à combler.

Les chercheurs ont conçu et publié plusieurs cadres de travail analytiques et conceptuels d'évaluation de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation liées à l'évolution du climat (Smit et Pilifisova, 2001; Downing et Patwardhan, 2005; Ford et Smit, 2005). Selon Füssel et Klein (2004), dont il est question au chapitre 2 sur les méthodes d'évaluation, le rapport intitulé *Méthodes pour évaluer la vulnérabilité de la santé humaine et l'adaptation de la santé publique au changement climatique* (Kovats et coll., 2003) constitue le meilleur document d'orientation en matière d'évaluation de l'adaptation aux changements climatiques. Mais ce rapport énonce des orientations limitées en ce qui concerne l'examen et l'évaluation de la capacité d'adaptation, en tant que principal facteur déterminant de la vulnérabilité. C'est pourquoi la méthode adoptée dans le présent document se base également sur le travail de Downing et Patwardhan (*Framework for Assessing Vulnerability for Climate Adaptation,* 2005), qui met l'accent sur des activités essentielles comme l'évaluation de l'exposition aux dangers climatiques (en particulier chez les populations vulnérables), l'évaluation de la sensibilité, la vérification de la capacité d'adaptation, l'étude de la vulnérabilité future et la liaison entre les résultats des évaluations de la vulnérabilité et les mesures politiques d'adaptation.

La méthode pour étudier la capacité d'adaptation au Canada comporte les étapes suivantes :

- Établir les facteurs déterminants de la capacité d'adaptation pour orienter l'analyse.
- Établir les préoccupations concernant les mesures d'adaptation actuelles et la capacité des systèmes de santé publique et de gestion des urgences d'atténuer les risques sanitaires, en se basant sur l'analyse des mesures d'adaptation actuelles.
- Intégrer l'information sur la sensibilité et l'exposition des Canadiens aux risques associés à la variabilité et aux changements du climat, en vue d'obtenir un aperçu préliminaire de la vulnérabilité des Canadiens.
- Établir les rôles et les responsabilités, ainsi que les mesures d'adaptation en place au Canada, en matière de protection de la santé et du bien-être.
- Déterminer les mesures d'adaptation pouvant servir à atténuer les risques sanitaires, renforcer la capacité d'adaptation et réduire les vulnérabilités.

8.4 MÉTHODES

Les options d'adaptation et la capacité des collectivités et des gouvernements canadiens à faire face aux risques pour la santé associés au climat ont été étudiées en fonction des enjeux de santé majeurs abordés dans le présent document[4]. Il convient de noter qu'à moins d'indications contraires, la capacité d'adaptation analysée ne s'adresse pas particulièrement à une province ou à une région donnée du Canada. Pour cette raison, on ne trouve pas d'estimations des niveaux relatifs de la capacité d'adaptation actuelle dans les différentes régions et collectivités. La capacité d'adaptation des collectivités du Nord du Canada et celle de la province de Québec sont discutées aux chapitre 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien, et chapitre 6, Les effets des changements climatiques sur la santé au Québec, respectivement[5]. De plus, l'analyse de ce chapitre porte principalement sur la capacité d'adaptation des institutions et des organisations existantes plutôt que sur celle des individus.

Différentes sources de données ont été utilisées aux fins d'analyse dans le présent chapitre. Les renseignements sur les rôles et les responsabilités en matière d'adaptation ont été obtenus sur Internet : sites Internet de sources gouvernementales et non gouvernementales, en particulier les sites Internet des organismes qui sont responsables d'assurer les services de santé, de santé publique, de la qualité de l'eau potable et de gestion des urgences. Cet inventaire n'est pas exhaustif, mais pour les fins d'une analyse de la capacité d'adaptation au Canada, il résume sommairement les différences essentielles entre les responsabilités des diverses autorités et organisations.

Une revue de la littérature sur le sujet ainsi que des entrevues faites par des spécialistes auprès de responsables de la santé publique et de la gestion des urgences ont permis d'identifier les préoccupations actuelles concernant la capacité des gouvernements et des collectivités à faire face aux risques pour la santé liés à la variabilité du climat, y compris les risques qu'on s'attend à voir augmenter en raison des changements climatiques. Pour la revue de la littérature, on a utilisé l'information disponible auprès des agences internationales (p. ex., l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)) ainsi que des autorités nationales, régionales et locales (p. ex., Santé Canada). De récents événements, tels que l'épidémie de SRAS (syndrome respiratoire sévère aigu) à Toronto et les cas de maladies et de décès survenus à Walkerton, en Ontario, à la suite de la contamination du système d'approvisionnement en eau par les bactéries *E. coli* O157:H7 et *Campylobacter jejuni,* ont permis de révéler certains faits sur la capacité des systèmes de santé publique à prendre des dispositions et à intervenir pour faire face aux urgences sanitaires. L'analyse de ces événements a fourni des renseignements sur les niveaux de compétence en ce qui a trait à la protection des citoyens dans les situations d'urgences sanitaires. Elle a aussi fourni des renseignements sur les mesures à adopter afin de renforcer le système de santé publique, mesures dont l'application permettrait de mieux protéger la santé des Canadiens dans des conditions de changements climatiques. Cette information, ainsi que les récentes dispositions prises afin d'améliorer la capacité d'adaptation (p. ex., la création, en 2004, de l'Agence de la santé publique du Canada et du poste d'administrateur en chef de la santé publique) ont aussi été utilisées dans l'analyse présentée dans ce chapitre.

4 Les mesures d'adaptation et la capacité d'adaptation liées aux risques d'une exposition accrue au rayonnement ultraviolet attribuable à l'appauvrissement de l'ozone stratosphérique ne sont pas abordées dans ce chapitre.

5 Voir chapitre 2, Méthodes d'évaluation, pour connaître les raisons d'inclure ces régions dans la présente Évaluation.

Les études examinées par les pairs traitant des mesures et des capacités d'adaptation en matière de santé publique face aux changements climatiques au Canada sont très peu nombreuses. En conséquence, on a puisé, pour ce chapitre, dans la littérature grise, y compris dans des rapports d'ateliers non publiés, des documents de travail, des notes de service, des procédures liées à la protection de la santé publique et des directives émanant des agences de santé et de gestion des urgences ainsi que d'autres sources pertinentes. Les conclusions tirées de la littérature internationale, dont le volume a augmenté considérablement au cours des dernières années, sont exposées avec circonspection et de manière à respecter les conditions particulières des communautés et des gouvernements au Canada.

Des experts en matière de santé et de gestion des urgences et des praticiens issus du milieu universitaire et des organisations gouvernementales et non gouvernementales à l'échelle municipale, provinciale et fédérale ont été consultés au moyen de sondages ainsi que d'exercices de simulation d'interventions sanitaires d'urgence (c'est-à-dire les simulations d'une vague de chaleur à Montréal et de deux ondes de tempête dans le Canada atlantique). De même, des ateliers, organisés par Santé Canada, ont été tenus afin d'obtenir des renseignements sur les adaptations actuelles et sur les principaux déterminants de la capacité d'adaptation. Ces consultations ont mis en évidence le besoin d'évaluer les capacités d'une vaste gamme d'organisations et de décideurs (comme les autorités gouvernementales et les praticiens), et celui d'évaluer les vulnérabilités actuelles aussi bien que celles à venir (Santé Canada, 2003a).

Exercice de simulation d'une onde de tempête, Port-aux-Basques, Terre-Neuve-et-Labrador, 2005

Les évaluations d'effets des changements climatiques sur la santé publique sont peu nombreuses, et encore un plus petit nombre ont incorporé des évaluations systématiques et approfondies des mesures et de la capacité d'adaptation. Les approches et les méthodes à utiliser pour évaluer la capacité d'adaptation et la vulnérabilité ne sont pas encore parfaitement au point. Il n'existe pas de méthodes et de cadres conceptuels permettant de quantifier avec exactitude la capacité d'adaptation actuelle, y compris celle des décideurs au sein des organisations gouvernementales et non gouvernementales. De même, l'incertitude à propos des changements futurs en matière de risques ainsi que la diversité des effets sur la santé ressentis dans les différentes régions représentent des difficultés de taille avec lesquelles doivent composer de telles évaluations (Füssel et Klein, 2004; Lemmen et Warren, 2004). Pour toutes ces raisons, on dresse, dans ce chapitre, un aperçu des adaptations actuelles au Canada, tout en relevant, à partir de diverses sources accessibles, les principales tendances et préoccupations en ce qui concerne la capacité d'adaptation actuelle. Dans des conjonctures d'incertitude, les responsables de la santé publique et de la gestion des urgences, lorsqu'ils doivent prendre des décisions sur les meilleures façons de faire face à des dangers pour la santé publique, utilisent couramment des approches fondées sur le risque conçues dans ce but (Santé Canada, 2000). Les conclusions du chapitre devraient donc se révéler utiles lorsque viendra le temps de déterminer les mesures à prendre pour faire face le mieux possible aux futurs risques pour la santé associés aux changements climatiques.

8.5 ÉVALUATION DE LA CAPACITÉ D'ADAPTATION

L'évaluation de la capacité d'adaptation repose généralement sur l'étude de l'état actuel du système ou de la région et de sa capacité à surmonter des contraintes comme la variabilité du climat. La compréhension des capacités existantes passe nécessairement par la mesure de l'efficacité des politiques et des programmes actuels (Spanger-Siegfried et Dougherty, 2003). Trop peu de recherches bien documentées portent sur les principaux facteurs déterminants de la capacité et les niveaux existants de capacité d'adaptation aux risques sanitaires relatifs à l'évolution du climat au Canada. Pour appuyer la présente Évaluation, Santé Canada a consulté des spécialistes et des praticiens en vue de cerner les facteurs déterminants importants en matière de gestion des risques sanitaires et de contribution à la capacité d'adaptation (Santé Canada, 2003a). Les facteurs déterminants retenus et exposés ci-dessous correspondent aussi à ceux établis par l'OMS qui cite l'accès à des ressources matérielles (c'est-à-dire la prospérité économique), à des technologies, à de l'information et à des compétences, à des arrangements institutionnels, à une infrastructure de santé publique, à l'équité et aux maladies dominantes (Grambsch et Menne, 2003).

Ressources économiques

Les nations prospères et les collectivités bien nanties au sein des nations s'adaptent mieux que les autres grâce aux ressources économiques à leur disposition. Ainsi, on compte en moyenne 44 décès par catastrophe survenue au cours des dix dernières années dans les pays développés, contre 300 dans les pays en développement (Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, 2004).

Technologie

L'accès aux technologies dans les secteurs et les milieux principaux (p. ex., agriculture, ressources en eau, soins de santé, conception des villes) constitue un facteur déterminant important de la capacité d'adaptation. Un grand nombre de stratégies d'adaptation, comme la mise au point de vaccins contre les maladies infectieuses, reposent sur de nouveaux développements technologiques. Les services de prévision et d'avis de tempêtes, s'appuyant sur le radar Doppler et les systèmes de communication (p. ex., la télévision et la radio-météo), sont nécessaires pour avertir la population et préparer les collectivités en cas de phénomènes météorologiques extrêmes.

Information et compétences

Les activités de conscientisation et de mise en commun de l'information ont également leur importance en matière de communication des risques sanitaires relatifs à la variabilité et aux changements du climat, ainsi que de mesures d'adaptation à prendre en vue de protéger la population (OMS, 2005). En effet, les pays riches en « capital humain » ou en savoirs sont dotés d'une grande capacité d'adaptation. En outre, les systèmes de santé nécessitent une main-d'œuvre importante et du personnel compétent et expérimenté, formé notamment pour le fonctionnement, le contrôle de la qualité et l'entretien de l'infrastructure de santé publique.

Institutions

Des arrangements institutionnels solides et efficaces constituent un important facteur déterminant de la capacité d'adaptation (Grambsch et Menne, 2003). Des politiques et des programmes inefficaces ou qui sont sources d'une mauvaise adaptation, ainsi qu'une collaboration insuffisante entre les organismes concernés, peuvent se traduire par l'incapacité de répondre aux besoins sanitaires. La collaboration entre les secteurs public et privé, comme le Consortium Ouranos au Québec ou le Collectif des Prairies pour la recherche en adaptation en Alberta, facilite les recherches sur les effets de l'évolution du climat et la mise au point de mesures d'adaptation visant à atténuer les risques pour la santé.

Infrastructure

Courtoisie de Alberta Government

Les routes, les chemins de fer, les ponts, les réseaux d'alimentation en eau, les centrales électriques, les installations de télécommunication, le transport en commun, les ports et les aéroports sont essentiels au maintien de la qualité de vie et de la santé des personnes vivant dans une collectivité. L'infrastructure conçue précisément aux fins d'augmenter la résistance aux conditions climatiques exceptionnelles et d'en atténuer les risques (p. ex., ouvrages de protection contre les inondations, conditionnement d'air, isolation des bâtiments) et l'infrastructure générale de santé publique (p. ex., installations sanitaires, stations d'épuration d'eau, bâtiments de laboratoire) diminuent la vulnérabilité en renforçant la capacité d'adaptation (Grambsch et Menne, 2003).

Équité

La capacité d'adaptation devrait augmenter à mesure que l'accès aux ressources est distribué équitablement au sein d'une collectivité, d'une nation ou de la planète. Les populations et les instances pauvres en ressources n'auront peut-être pas les moyens de se préparer aux effets des changements climatiques[6].

Fardeau actuel des maladies

La santé et le bien-être de la population peuvent également être considérés comme un important facteur déterminant de la capacité d'adaptation (McMichael et coll., 2003; GIEC, 2007a), car ils renforcent la capacité de surmonter les défis et les changements d'envergure (p. ex., une personne qui perd son emploi ou une collectivité qui perd une industrie) et de retrouver un état de bien-être physique, mental et social. Certaines populations et régions du Canada présentant un bilan de santé plus pauvre (notamment le Nord)[7] seraient donc plus vulnérables et moins aptes à s'adapter que d'autres aux effets sur la santé de l'évolution du climat.

En fait, il n'y a pas de cadre directeur ni de consensus concernant les critères à utiliser pour évaluer les facteurs déterminants de la capacité d'adaptation, ni sur les indicateurs à employer (Lemmen et coll., 2008). Peu de méthodes et de procédures proposées pour l'évaluation de la capacité d'adaptation des collectivités définissent clairement des activités précises d'évaluation de la capacité à faire face aux effets prévus. L'utilisation d'indicateurs pour mesurer la capacité d'adaptation pose également problème, car ceux-ci ne sont pas très révélateurs des processus qui rendent des systèmes ou des populations vulnérables et qui déterminent la capacité d'adaptation de ces systèmes et de ces populations aux nouvelles menaces climatiques (Brooks et Adger, 2004). Par conséquent, aucun indicateur de mesure de la capacité n'est conçu ou utilisé dans le cadre du présent chapitre, qui traite plutôt des principales préoccupations soulevées au cours de l'étude (dans les récents rapports, vérifications, projets de recherche, entrevues avec des spécialistes, ateliers et sondages), en ce qui concerne la capacité des gouvernements et des collectivités du Canada à se protéger des risques sanitaires associés au climat. Ces préoccupations reposent sur d'importantes conclusions concernant l'efficacité restreinte des mesures d'adaptation en place visant à atténuer les risques sanitaires associés au climat.

6 Sur le plan international, l'obligation des pays développés d'aider les pays moins développés dans leurs efforts d'adaptation est inscrite dans la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques.

7 Le chapitre 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien, traite en détail de la capacité d'adaptation des collectivités du Nord du Canada.

8.6 CAPACITÉ D'ADAPTATION AU CANADA

Notre capacité d'adaptation aux effets des changements climatiques sur la santé dépend de la vitesse et de l'ampleur des changements futurs (U.S. Department of State, 2002). Un réchauffement ou des changements plus rapides entraînant des changements écosystémiques plus importants et des phénomènes météorologiques extrêmes pourraient se traduire par des risques pour la santé qui mettraient à dure épreuve notre capacité actuelle à y répondre. Les effets cumulés d'un certain nombre de phénomènes extrêmes ou d'urgences sanitaires qui mettent à l'épreuve la capacité d'intervention d'une collectivité ou d'une région pourraient aussi abaisser le seuil au-delà duquel une collectivité peut s'adapter avec succès ainsi que sa capacité de retourner aux conditions habituelles (sa résilience) (Smit et Wandel, 2006). Par exemple, plusieurs collectivités des Prairies, en particulier celles situées dans les vallées fluviales et le long des plaines inondables, sont exposées à des dangers naturels cumulatifs tels que les inondations, les sécheresses, les vagues de chaleur, la grêle, les blizzards, les tornades, les déversements chimiques durant le transport et les pannes d'électricité (Haque, 2002). Si ces phénomènes surviennent dans des intervalles très rapprochés, les intervenants en santé et en services sociaux pourraient être dépassés par les événements.

Au Canada, les phénomènes météorologiques extrêmes occasionnent des coûts économiques de plus en plus élevés aux particuliers, aux collectivités, aux entreprises et aux gouvernements. Le coût des catastrophes météorologiques au Canada pour la période de 1900 à 1970 a été estimés à 4,8 milliards de dollars, alors que de 1990 à 2000, il s'est élevé à 13,7 milliards de dollars (SPPCC, 2005). Les Canadiens sont nombreux à se préoccuper de la capacité de leur gouvernement à faire face aux urgences sanitaires. En 2006, un sondage révélait que 39 % des Canadiens et 34 % des médecins estimaient que le système de soins de santé n'était pas bien préparé en cas d'une urgence sanitaire comme une inondation ou une épidémie (p. ex., le SRAS). Seuls 6 % des Canadiens croient que le système de santé est « très préparé » (POLLARA, 2006).

Les mesures d'adaptation actuelles pourraient ne pas suffire à réduire les risques d'exposition et à régler les problèmes liés aux sensibilités afin de mettre les Canadiens à l'abri de catastrophes plus graves (p. ex., phénomènes météorologiques extrêmes plus intenses) et des changements à long terme prévus en raison des changements climatiques (Lemmen et coll., 2008; Santé Canada, 2005a; Roberts et coll., 2006). Comme mentionné dans d'autres chapitres de la présente Évaluation, les risques pour la santé et le bien-être humains vont probablement augmenter, surtout si les changements s'accélèrent. Les projections de risques accrus liés aux changements climatiques donnent à penser que le Canada devra déployer davantage d'efforts d'adaptation et renforcer sa capacité d'intervention pour se préparer à faire face aux catastrophes prévues liées au climat (Chiotti et coll., 2002). Une meilleure compréhension de l'efficacité des mesures d'adaptation actuelles et des secteurs où la capacité d'adaptation comporte des lacunes est une étape clé pour améliorer les efforts visant à protéger les Canadiens des risques pour la santé liés au climat (Kovats et coll., 2003). De telles informations peuvent servir de base à d'autres mesures d'adaptation et aider les décideurs à suivre le progrès réalisé en vue de renforcer les institutions, programmes, politiques et ressources humaines pour protéger la santé des Canadiens des effets des changements climatiques.

Les Canadiens se sont engagés dans un large éventail d'activités ayant pour but d'améliorer la santé et le bien-être face aux conditions météorologiques et phénomènes extrêmes associés au climat canadien (Riedel, 2004). L'étendue des interventions en santé publique répondant à la définition de mesure d'adaptation aux risques pour la santé liés au climat est très vaste, c'est pourquoi une énumération en bonne et due forme des activités en cours au Canada n'est pas incluse dans ce chapitre. Dans les sections suivantes, il est question des principales mesures d'adaptation en place au Canada et des préoccupations qu'elles soulèvent, ainsi que de notre capacité actuelle à faire face aux catastrophes liées au climat et aux risques pour la santé qui y sont associés. On y présente les principaux enjeux pour la santé et les mesures récentes réalisées par les gouvernements fédéral, provinciaux et municipaux visant à améliorer la capacité des collectivités.

8.6.1 Adaptation aux risques pour la santé provenant des dangers naturels

Selon le GIEC, le réchauffement climatique ira en s'accélérant au cours des prochaines décennies, et il est fort probable que les vagues de chaleur et les épisodes de fortes précipitations deviendront plus fréquents (GIEC, 2007b). Les cyclones tropicaux (c'est-à-dire les ouragans) devraient eux aussi accroître en intensité (GIEC, 2007b).

Les efforts d'adaptation entrepris par le Canada ont permis de limiter considérablement les impacts des dangers naturels et des autres urgences sanitaires. Au Canada et dans les autres pays développés, on a observé une diminution du nombre de victimes de catastrophes au cours du présent siècle en raison des systèmes d'alerte plus efficaces, des codes de construction plus rigoureux et d'une meilleure connaissance en matière de sécurité (Kovacs, 2006). Parmi les mesures actuelles visant à réduire les risques pour la santé humaine et les biens personnels liés aux phénomènes météorologiques extrêmes, le Service météorologique d'Environnement Canada émet plus de 30 types d'alertes météo, y compris des veilles, avertissements et bulletins météo spéciaux[8]. Chaque année, environ 14 000 avertissements de temps violent sont émis aux collectivités du Canada (Environnement Canada, 2003). De plus, certaines collectivités ont construit des infrastructures (p. ex., le canal de crue de Winnipeg) spécialement conçues pour réduire les risques liés aux dangers naturels.

Courtoisie de Environment Canada – Canadian Hurricane Centre

Dommages causés par l'ouragan Juan, Nouvelle-Écosse, 2003

Toutefois, les dangers attribuables aux phénomènes météorologiques comme les longues sécheresses, les inondations, les ouragans et les incendies de forêts et feux de brousse continuent de poser des risques pour la santé des Canadiens. Par exemple, l'ouragan Juan[9] de catégorie 2 qui a frappé la Nouvelle-Écosse, le 29 septembre 2003, a causé d'importants dommages dans le centre de la Nouvelle-Écosse et à l'Île-du-Prince-Édouard, en plus d'avoir fait huit victimes. Plus de 300 000 personnes ont été privées d'électricité, certaines pendant une semaine et demie, et ce fut l'ouragan le plus coûteux de l'histoire du Canada (McBean, 2006)[10]. De tels événements peuvent aussi occasionner des effets psychosociaux à long terme comme une dépression, le syndrome de stress post-traumatique et de l'anxiété. On dispose actuellement de peu d'informations sur la prévalence de ces impacts associés à des catastrophes et urgences liées aux phénomènes météorologiques au Canada (Hutton, 2005), mais on reconnaît qu'ils sont importants (Gutman, 2007).

Des critiques prétendent que la capacité actuelle du Canada à réagir aux urgences sanitaires est limitée (Street et coll., 2005). La capacité du secteur de la santé et d'autres secteurs à réagir à des événements imprévisibles et autres urgences a fait l'objet de récents rapports et audits

8 Voir l'Annexe 1 pour la liste complète des différents types d'alerte météorologique émises par Environnement Canada.

9 Voir le chapitre 3, Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes pour des renseignements détaillés sur les répercussions de l'ouragan Juan et la réaction de la collectivité.

10 D'autres phénomènes météorologiques récents ont eu de graves répercussions sur la vie des citoyens canadiens et ont perturbé plusieurs collectivités. C'est le cas, par exemple, de la tempête de verglas de 1998 qui a causé des pannes d'électricité généralisées qui ont touché 4,7 millions de personnes dans l'est de l'Ontario, au Québec et au Nouveau-Brunswick. Plus de 600 000 personnes ont dû être évacuées, 28 personnes sont mortes et 945 ont été blessées. L'ensemble des dommages a été évalué à environ 5,4 milliards de dollars (Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC), 2007a). En juillet 2000, une tornade a touché la région de Pine Lake en Alberta, faisant 27 morts, 600 blessés et obligeant près de 1 700 personnes à quitter leur domicile (SPC, 2007b). Voir le chapitre 3, Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes, pour plus de détails sur ces impacts.

réalisés en réponse à diverses situations d'urgence survenues au Canada (p. ex., les inondations au Manitoba; la tempête de verglas de 1998 qui a touché l'est du Canada; les incendies de forêt en Colombie-Britannique; les problèmes de salubrité de l'eau à Walkerton, en Ontario, et Battleford, en Saskatchewan; le SRAS et la maladie de Creutzfelt-Jacob; la panne d'électricité généralisée de 2003 en Ontario).

8.6.1.1 Gestion des urgences

Au Canada, on reconnaît qu'il faut déployer davantage d'efforts pour nous préparer aux changements à venir, planifier les mesures d'intervention et atténuer les effets des phénomènes météorologiques extrêmes que l'on prévoit de plus en plus fréquents et intenses en raison des changements climatiques (Santé Canada, 2001; Lemmen et Warren, 2004; Le Conference Board du Canada, 2007). Un récent examen parlementaire de la préparation aux situations d'urgence au Canada (Comité sénatorial permanent de la sécurité nationale et de la défense, 2004) a relevé certains problèmes qui doivent être réglés afin de s'assurer que les Canadiens soient bien préparés pour faire face aux catastrophes et phénomènes météorologiques extrêmes futurs. Dans son rapport, le Comité recommande de prendre plusieurs mesures, notamment :

- l'amélioration de la coordination et le renforcement du leadership du gouvernement fédéral en matière de planification des mesures d'urgence;
- l'amélioration des mécanismes d'aide financière afin de permettre aux provinces et municipalités d'entreprendre des activités de planification des mesures d'urgence;
- l'amélioration des communications et de la coordination entre les organismes d'intervention, des communications avec le public, de l'accès aux fournitures essentielles et à la formation;
- l'amélioration de l'information relative et l'accès aux stocks de matériel de soin d'urgence pour les municipalités;
- la capacité accrue des Forces canadiennes d'offrir un soutien aux municipalités dans les situations d'urgence; et
- le renforcement des liens concernant la planification des mesures d'urgence entre les gouvernements fédéral et provinciaux et les administrations municipales.

« ....l'accumulation des risques associés à des facteurs comme l'urbanisation croissante, la dépendance aux infrastructures essentielles et l'interdépendance de ces dernières, le terrorisme, le changement et la variabilité du climat, les maladies animales et humaines ainsi que la mobilité accrue des personnes et des biens de par le monde ont accru le potentiel de divers types de catastrophes. De tels événements pourraient déborder les frontières géographiques et mettre au défi la sécurité civile FPT, incluant l'intervention en cas d'urgence. » (SPPCC, s.d., p. 3).

Le besoin de rendre plus sécuritaires les collectivités canadiennes face à un accroissement des urgences et des catastrophes a aussi été reconnu comme une priorité fédérale, provinciale et territoriale par le secteur de la santé publique et celui de la gestion des urgences sanitaires au Canada (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004).

Les organisations nationales bénévoles sont bien placées pour aider les collectivités à se préparer à faire face aux défis des changements climatiques en raison de leurs réseaux, leur expérience et leurs compétences. Cependant, à quelques exceptions près, ni les organismes gouvernementaux, ni les organisations bénévoles n'ont les systèmes, les plans ou les réseaux nécessaires pour faciliter la participation du secteur bénévole aux activités liées à l'adaptation aux risques pour la santé associés aux changements climatiques. Un récent sondage de la Croix-Rouge canadienne (2005) révèle que 64 % des organismes du secteur bénévole qui ont un mandat précis de fournir des services de préparation aux situations d'urgence n'avaient pas de plan de continuité des services. Selon le même sondage, plus de 75 % des organismes répondants sans mandat clair en préparation aux situations d'urgence, mais désireux de mobiliser leurs ressources bénévoles, n'avaient pas de plan de continuité des services à jour. En conséquence, le secteur bénévole pourrait éprouver des difficultés à répondre aux pressions croissantes d'aider à la préparation et à répondre à des risques plus grands pour les Canadiens attribuables aux catastrophes d'origine climatique.

Étude de cas : simulations d'onde de tempête dans le Canada atlantique

En 2005, quelques collectivités côtières du Canada atlantique, Shediac et Cap-Pelé (Nouveau-Brunswick) et Channel-Port-aux-Basques (Terre-Neuve-et-Labrador), ont mis à l'essai leurs plans d'intervention d'urgence pour mieux se préparer aux ondes de tempêtes dont la fréquence et l'intensité devraient augmenter en raison des changements climatiques. Des représentants des municipalités, services de police et d'incendie, centres de santé, hôpitaux, gouvernements fédéral et provinciaux et organismes sans but lucratif ont participé activement aux exercices de simulation. Les exercices se sont révélés efficaces pour évaluer la capacité de réponse et relever les lacunes. Ils ont aussi permis d'atteindre les objectifs de formation en permettant aux participants de mieux comprendre l'envergure des impacts potentiels d'un tel événement, d'identifier les populations et les régions vulnérables, de relever les lacunes dans les plans de gestion des urgences et d'améliorer la collaboration future entre les intervenants.

Plusieurs recommandations, qui correspondent aux déterminants de la capacité analysés dans le présent chapitre, ont été formulées en vue d'améliorer l'efficacité des capacités d'intervention et de protéger les collectivités. Ces recommandations sont les suivantes (Santé Canada, 2006b) :

Institutions

- Assurer la mise à jour annuelle des plans d'intervention d'urgence (p. ex., noms, numéros de téléphone, procédures).
- Coordonner les interventions planifiées dans le plan d'intervention d'urgence municipal avec les besoins des collectivités environnantes.
- Établir un processus de coordination entre les planificateurs municipaux des mesures d'urgence et les autres organismes participants (p. ex., hôpitaux, services communautaires, garde côtière, ministères provinciaux).
- Tenir à jour les plans d'intervention d'urgence pour les services de santé locaux.
- Assurer une coordination entre les centres de santé locaux et les organismes communautaires.
- Inclure des procédures à suivre en cas d'épidémie ou d'acte de terrorisme dans les plans d'intervention d'urgence municipaux.
- Se préparer à la possibilité d'enjeux de santé humaine multiples et simultanés (p. ex., onde de tempête et épidémie).

Mise en commun de l'information et des compétences

- Définir clairement les critères permettant de décréter un état d'urgence.
- Mieux définir les rôles et responsabilités des intervenants.
- Établir des solutions de rechange pour les communications (p. ex., téléphone, satellite, réseau VHF).
- Offrir une formation en intervention d'urgence aux principaux intervenants municipaux.
- Inclure les organisations communautaires (p. ex., Croix-Rouge, églises, armée du salut, clubs d'âge d'or) à toutes les étapes de planification des mesures d'urgence.

- Créer un répertoire régional de services de santé publique disponibles en situation d'urgence.
- Mettre une ligne téléphonique médicale d'urgence à la disposition du public.

Infrastructures

- Déterminer les ressources humaines et les équipements (génératrices) disponibles à l'échelle locale et régionale.
- S'assurer que la municipalité dispose des outils nécessaires pour faciliter la communication d'information pendant une urgence (p. ex., salle de réunion, cartes, tableau d'affichage pour l'information logistique telle que les conditions météorologiques, les décisions, les coordonnées des personnes-ressources).
- Ne pas trop dépendre des ressources régionales (humaines et équipement), car elles sont souvent sollicitées par toutes les collectivités touchées.

8.6.1.2 Recherche, conscientisation et formation

En raison des dangers de plus en plus grands auxquels font face les municipalités, y compris les effets potentiels des changements climatiques, les autorités doivent réaliser un plus grand nombre d'évaluations des risques, adopter une approche plus rigoureuse en matière d'établissement de plans d'intervention d'urgence et former davantage le personnel des services d'urgence et les intervenants en santé publique. Plusieurs municipalités et ordres de gouvernement de niveau supérieur ont entrepris des analyses de risque pour renforcer leur capacité d'intervention en cas d'urgence, mais ces analyses ont été pour la plupart réalisées de façon officieuse et ponctuelle. À l'exception de quelques cas, elles ne tenaient pas compte des changements climatiques même à travers l'utilisation d'une approche systématique de la gestion du risque. Malheureusement, un écart demeure entre la gestion des urgences et l'adaptation aux changements climatiques à tous les échelons de gouvernement au Canada (Noble et coll., 2005).

Le Canada accuse un retard important par rapport à des pays comme l'Australie et les États-Unis pour ce qui est de l'établissement de programmes d'études en gestion des urgences et, par conséquent, souffre d'un manque de professionnels diplômés et de chercheurs dans cette discipline (Bruce et coll., 2005). Nous manquons d'enseignants qualifiés pour concevoir et dispenser des cours, superviser des étudiants de deuxième cycle et faire de la recherche (Bellisario et coll., 2007). De plus, peu de provinces exigent l'agrément des professionnels de la gestion des urgences au Canada (Bruce et coll., 2005). Toutefois, des progrès notables ont été réalisés récemment dans l'élaboration de programmes et de matériel de cours à l'intention des praticiens, et l'élaboration de programmes d'attestation au pays est en cours (Bellisario et coll., 2007).

Un sondage réalisé auprès des responsables de la santé publique de plusieurs villes canadiennes de toutes les tailles a révélé que ces derniers étaient grandement sensibilisés à la question des changements climatiques et aux problèmes de santé qui y sont associés. Tous les répondants ont mentionné que les conditions météorologiques et climatiques avaient des répercussions importantes sur la santé et la majorité (76 %) ont déclaré que les changements climatiques augmenteront les risques pour la santé dans leurs provinces et territoires respectifs (Santé Canada, 2006a)[11]. Toutefois, plus que la moitié des répondants ont mentionné que les changements climatiques n'étaient pas une priorité sur le plan de la santé publique dans leurs provinces ou territoires; la raison la plus souvent invoquée était le manque de financement et, plus particulièrement, le

11 Les résultats d'un sondage réalisé auprès des décideurs municipaux et du secteur de la santé publique (voir chapitre 6, Les effets des changements climatiques sur la santé au Québec) ont aussi révélé que les répondants étaient très sensibilisés aux risques potentiels des changements climatiques pour la santé. En outre, en 2004, une résolution de l'Association pour la santé publique de l'Ontario recommandait l'élaboration de programmes visant à résoudre les problèmes liés aux effets sur la santé des phénomènes météorologiques extrêmes liés aux changements climatiques (Association pour la santé publique de l'Ontario, 2004).

manque d'information ou de compréhension concernant la question de savoir si, et pourquoi, les changements climatiques représentent un enjeu pertinent pour le secteur de la santé publique (Santé Canada, 2006a). Les répondants qui considèrent les changements climatiques comme un enjeu important pour la santé publique dans leur administration ont également précisé qu'il ne s'agissait toutefois pas d'une priorité élevée (Santé Canada, 2006a). Une résolution adoptée par l'Association canadienne de santé publique en 2001 en faveur de recherches plus poussées sur les effets des changements climatiques sur la santé traduit bien la nécessité de mieux comprendre les risques pour la santé associés aux changements climatiques (Association canadienne de santé publique (ACSP), 2001b).

8.6.1.3 Infrastructures critiques

> [traduction] « Des événements extrêmes comme des inondations, des sécheresses et des vagues de chaleur se produiront de plus en plus souvent avec le réchauffement planétaire et mettront à l'épreuve à la fois notre capacité à gérer les risques sur le plan de la santé et la résilience de nos infrastructures dans de nombreux secteurs, y compris la prestation des services de santé » (Kovats et Haines, 2005, p. 501).

Les infrastructures physiques jouent un rôle essentiel dans le maintien de la santé des Canadiens. Les conditions météorologiques et les phénomènes extrêmes peuvent affaiblir les infrastructures clés, causant ainsi des impacts directs (p. ex., noyades) et indirects (p. ex., stress mental lié à des perturbations économiques)[12] sur la santé. Les fonds publics pour maintenir et améliorer les infrastructures au Canada n'ont pas suivi le rythme de croissance de l'économie et des demandes de la population (Harchaoui et coll., 2003). La plupart des infrastructures approchent leur durée de vie théorique (Haque, 2002). Près de 30 % des infrastructures publiques ont plus de 80 ans, et seulement 40 % ont moins de 40 ans. De plus, les Canadiens ont utilisé, en moyenne, près de 80 % de la vie utile de l'ensemble des infrastructures publiques du pays (Zuker, 2004)[13]. Alors qu'un rapport récent indique que l'âge moyen de certains types d'infrastructure a diminué, il en reste des défis de taille et un besoin d'intervention continu (Statistique Canada, 2008). Les définitions en ce qui consiste les infrastructures publiques varient et ainsi les estimations concernant les besoins actuels. Cependant, on s'entend sur le fait que des interventions sont nécessaires.

L'état actuel des infrastructures au Canada pourrait rendre les Canadiens plus vulnérables aux catastrophes et phénomènes météorologiques extrêmes attribuables aux changements climatiques en raison de la diminution de leur capacité à résister à des phénomènes environnementaux extrêmes (Haque, 2002; Bureau du vérificateur général du Canada (BVG), 2006). Les dommages aux bâtiments liés au climat peuvent être dus à divers phénomènes : tempêtes, pénétration de la pluie, faible durabilité des matériaux de construction, inondations, érosion côtière et mouvement de fondations (ville de Hamilton, 2006). Les phénomènes météorologiques extrêmes associés aux changements climatiques sont préoccupants parce qu'une augmentation, même faible, de la fréquence de ces événements peut entraîner une hausse considérable des dommages aux infrastructures actuelles. Comme Auld et MacIver l'affirment, « les dommages attribuables à des événements météorologiques extrêmes ont tendance à dépasser considérablement les seuils critiques, même si les tempêtes à fortes répercussions responsables des dommages ne sont pas nécessairement beaucoup plus intenses que celles qui se produisent régulièrement chaque année » (Infrastructure Canada, 2006, p. 1). En réponse à ces besoins, les activités relatives à la réduction des risques liés aux catastrophes, incluant l'adaptation aux changements climatiques, ont été incorporées dans le programme fédéral des infrastructures récent dans ses critères de financement, ainsi que l'examen des répercussions des changements climatiques pendant le processus d'évaluation de projet.

12 Par exemple, l'ouragan Juan (2003) et la tempête de verglas (1998).

13 La longévité prévue des ponts, habitations, bâtiments commerciaux, ports de mer et chemins de fer est de 50 à 100 ans; celui des barrages, réseaux de distribution d'eau, égouts et aéroports est de 50 ans; celui des routes et installations de gestion des déchets est de 20 à 30 ans (Infrastructure Canada, 2006).

Selon un sondage réalisé en 1995 par la Fédération canadienne des municipalités (FCM), 59 % des réseaux de distribution d'eau et 43 % des réseaux d'approvisionnement en eau étaient dans un état insatisfaisant. Les ruptures et les fuites des canalisations principales sont un fléau dans les vieilles villes, et plus de 50 % des réseaux de distribution d'eau n'ont pas un rendement satisfaisant. On a également constaté que 68 % des égouts sanitaires et unitaires, 58 % des réseaux de traitement des eaux usées et 53 % des égouts pluviaux ne fonctionnaient pas à un niveau acceptable et avaient besoin de certaines réparations. Le sondage révèle également que des collectivités de toutes les tailles au Canada sont aux prises avec des situations de crise dans le domaine du traitement des eaux usées et des réseaux d'adduction (Infrastructure Canada, 2003).

Il faut faire davantage pour mettre en œuvre des mesures d'adaptation afin que les infrastructures du Canada soient plus résilientes et faciliter l'adaptation dans les autres administrations (BVG, 2006). Avec des infrastructures plus résistantes, les risques pour la santé sont réduits puisqu'il y a moins de chance que les phénomènes météorologiques extrêmes ne causent une défaillance structurelle. Les récents impacts des phénomènes climatiques sur les infrastructures clés des collectivités canadiennes montrent qu'il est nécessaire d'élaborer de nouveaux concepts d'infrastructures pouvant résister à des événements plus importants et potentiellement plus destructeurs prévus avec les changements climatiques (ville de Hamilton, 2006). Tandis qu'on met à niveau et remplace les infrastructures actuelles, les ingénieurs doivent disposer de valeurs de calcul des facteurs climatiques nouvelles et mises à jour, de normes et codes révisés et de nouvelles méthodes d'intégration des changements climatiques aux méthodes d'ingénierie (McBean et Henstra, 2003; Infrastructure Canada, 2006).

Défaillance des infrastructures à Toronto

Le 19 août 2005, un violent orage (avec des précipitations plus intenses que celles qui avaient été causées par l'ouragan Hazel de 1954) dans les quartiers nord de Toronto a mis hors d'état de fonctionner un ouvrage de drainage sous l'avenue Finch. Toute la plateforme de l'avenue Finch Ouest à Black Creek a été entraînée en aval, ce qui a affecté toute la ville et les infrastructures de services publics dans la réserve routière. L'orage a entraîné des coûts de près de 500 millions de dollars en sinistres assurés attribuables aux inondations, aux effondrements de routes et aux pertes d'infrastructures souterraines, sans parler des perturbations importantes de la circulation causées par la perte d'un segment de route.

Source : Infrastructure Canada, 2006.

Les infrastructures qui offrent des services de santé à la population doivent avoir la capacité de résister à des phénomènes météorologiques extrêmes (GIEC, 2007a). Les hôpitaux représentent un élément essentiel des infrastructures de services de santé au Canada. Une situation d'urgence qui met hors d'état de fonctionner les services hospitaliers d'une région ou d'une collectivité peut se transformer en catastrophe coûtant la vie à des centaines de personnes et en affectant des milliers d'autres. Les hôpitaux canadiens ont besoin de mesures de gestion d'urgence améliorées. On a recensé d'importantes lacunes dans les stratégies de communication d'urgence des hôpitaux généraux (Ferrier, 2002). De nombreux hôpitaux ont besoin de meilleurs plans en vue d'acquérir une capacité de pointe pendant les périodes d'urgence (p. ex., partage de personnel). La coordination limitée entre les plans des hôpitaux et ceux de la collectivité et la mise à l'essai limitée des protocoles d'urgence (p. ex., procédures d'évacuation) augmentent la vulnérabilité de ces établissements, et des patients, face aux impacts des situations d'urgence et catastrophes. Enfin, les responsables de la planification des mesures d'urgence des hôpitaux ne sont pas suffisamment formés. Selon un sondage réalisé dans les hôpitaux canadiens, seuls 37 % des responsables ont suivi avec succès un cours de préparatifs des mesures d'urgence (Ferrier, 2002).

8.6.1.4 Écart entre les collectivités rurales et urbaines

Un examen de la capacité à intervenir en cas d'urgence a révélé l'existence de différences entre les capacités des villes et des petites collectivités, ou régions rurales du Canada, de planifier des mesures d'urgence et de se préparer aux situations d'urgence et aux catastrophes. Il ressort que les petites collectivités et les régions rurales[14] sont moins bien préparées que les grandes villes (Haque, 2002). Les collectivités qui ne sont pas desservies par un réseau de transport adéquat ou ne disposent pas d'infrastructures de communications solides peuvent être isolées pendant de longues périodes, et privées de services. Un sondage réalisé auprès des organismes d'urgence des collectivités révèle que les petites villes ont davantage de difficultés à s'acquitter des tâches de planification des mesures d'urgence et des préparatifs en cas d'urgences (p. ex., formation et vérification de l'efficacité du plan) en raison de ressources humaines et financières insuffisantes. La plupart des petites villes n'ont pas engagé de spécialiste en planification des mesures d'urgence. À titre de comparaison, presque toutes les collectivités moyennes et grandes comptaient parmi leur personnel un responsable de la coordination et de la planification des mesures d'urgence à temps plein (Egener, 2005). Une autre étude (Haque, 2002) comparant les collectivités rurales et urbaines a relevé les principaux défis auxquels font face les collectivités rurales dans leurs efforts pour améliorer leur capacité d'intervention en cas d'urgence :

- elles doivent recourir à des bénévoles à titre de personnel affecté aux urgences;
- elles disposent de ressources économiques insuffisantes pour faire face aux dangers;
- elles peuvent sous-estimer la fréquence des événements et des dangers si elles n'ont pas les connaissances ou les évaluations des risques pertinentes à leur disposition; et
- elles ne peuvent actuellement compter sur du personnel affecté aux urgences adéquatement formé et organisé.

Les coûts pour les municipalités canadiennes sont particulièrement source de préoccupation. Les coûts liés à la gestion des urgences et de la sécurité augmentent rapidement en raison de nombreux facteurs, notamment l'urbanisation grandissante et la concentration de plus en plus grande des populations, de même que la variabilité accrue du climat (Egener, 2005). De plus, le gouvernement fédéral et, dans certains cas, les gouvernements provinciaux, ont réduit l'aide accordée à la formation en matière d'intervention en cas d'urgence, laissant ainsi aux municipalités la responsabilité d'élaborer et d'offrir cette formation ou d'engager des sous-traitants. Enfin, moins de la moitié des petites villes ont indiqué que leur plan d'intervention en cas d'urgence serait efficace (Egener, 2005).

On distingue des différences importantes entre les collectivités rurales et urbaines en ce qui a trait à la capacité de mettre en place une gamme de programmes. Par exemple, selon un sondage réalisé auprès des responsables de la santé publique de plusieurs villes canadiennes de toutes les tailles, même si la plupart des villes font usage de données sur les changements climatiques dans

14 Les collectivités rurales sont les collectivités de moins de 1 000 habitants suivant la définition utilisée par Statistique Canada.

la planification et l'élaboration de programmes (p. ex., avis sur la qualité de l'air et de l'eau), les grandes villes mettent en œuvre la plus vaste gamme d'initiatives pour protéger la santé des dangers liés aux conditions météorologiques et climatiques (p. ex., surveillance du virus du Nil occidental ou de la maladie de Lyme, qualité de l'air, rayonnement UV et qualité de l'eau). Elles font également plus de recherches sur les effets sur la santé de la pollution atmosphérique, émettent des avertissements de conditions météorologiques extrêmes, et ont des plans d'action ou de sensibilisation concernant les changements climatiques (ACSP, 2006).

8.6.1.5 Perception du risque et attitudes des Canadiens

La responsabilité première de se préparer aux phénomènes météorologiques extrêmes et de réduire les risques qu'ils présentent pour protéger la santé et le bien-être incombe aux familles et à chaque Canadien individuellement (Murphy et coll., 2005; Remedios, 2005). Selon Sécurité publique et Protection civile Canada (2007c), les Canadiens doivent connaître les risques liés aux catastrophes auxquelles ils sont exposés, élaborer un plan d'urgence et avoir une trousse d'urgence à portée de la main dans laquelle ils ont suffisamment de provisions pour subvenir à leurs besoins pendant 72 heures et savoir quoi faire en cas de situation d'urgence. Les mesures visant à se préparer en cas de situation d'urgence peuvent aussi consister à faire certaines réparations dans la maison pour réduire les risques, souscrire à une assurance en cas de catastrophes et suivre une formation en premiers soins (Murphy et coll., 2005).

> [traduction] « L'expérience nous a montré que la préparation d'une trousse d'intervention d'urgence pour la maison demeure le meilleur moyen de limiter les effets d'une catastrophe. Ainsi, les membres d'une famille peuvent faire en sorte qu'une situation susceptible de mettre leur vie en danger devienne un problème gérable » (Falkiner, s.d. p. 14).

De nombreux résidents du Nord, une région du Canada où les effets des changements climatiques sont les plus marqués[15], modifient leurs comportements pour s'adapter aux risques liés aux conditions météorologiques. Par exemple, la collectivité de Nain, au Labrador, ont adopté des mesures pour minimiser les dangers associés aux conditions météorologiques imprévisibles : réalisation de tests sur les pistes de glace, diffusion d'avis concernant la sécurité des routes, formation d'équipes de recherche et de sauvetage (Furgal, 2002).

Toutefois, la majorité des citoyens ne sont pas préparés à faire face à une situation d'urgence (Murphy, 2004). Habituellement, ils ne prévoient qu'à court terme, surestiment leur capacité à bien réagir lorsqu'une catastrophe survient et s'en remettent en grande partie aux secours d'urgence (Tierney et coll., 2001). En 2001, un sondage a été réalisé auprès de 576 foyers de Kingston, en Ontario, afin de déterminer le degré de préparation en cas d'urgence, par exemple, en cas de longues pannes d'électricité durant l'hiver, d'incendies et d'urgences médicales. Les résultats du sondage révèlent que le degré de préparation des répondants est faible et désignent certains secteurs où des améliorations s'imposent (Falkiner, s.d.). Nombreux sont les Canadiens qui se sentent à l'abri des conditions météorologiques extrêmes. Selon un sondage national réalisé auprès des Canadiens en 2001, 60 % des répondants étaient plutôt en désaccord (34 %) ou tout à fait en désaccord (26 %) avec l'énoncé selon lequel les phénomènes météorologiques extrêmes dans leur région représentent un risque pour eux, leur famille ou leurs biens (Ipsos-Reid Corporation, 2001).

8.6.1.6 Mesures récentes pour renforcer la capacité d'adaptation

Ces dernières années, le secteur de la santé a réalisé des progrès considérables en ce qui concerne sa capacité à se préparer et à réagir aux situations d'urgence (Santé Canada, 2005a). De nombreuses provinces ont pris des mesures pour mieux faire face aux situations d'urgence. Dans plusieurs provinces, les municipalités doivent maintenant faire des évaluations des risques et établir des plans d'intervention d'urgence (McBean et Henstra, 2003; Egener, 2005). Par

15 Voir chapitre 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien, pour de plus amples renseignements.

exemple, en vertu de la *Loi sur la protection civile et la gestion des situations d'urgence* (2006) de l'Ontario, les collectivités et le gouvernement provincial doivent établir des programmes de gestion des situations d'urgence en tenant compte des divers dangers et risques pour la population. La Loi donne au premier ministre et au lieutenant-gouverneur en conseil les pouvoirs d'urgence afin de s'assurer que le gouvernement provincial a l'autorité nécessaire pour réagir rapidement en cas de situation d'urgence (p. ex., évacuation, fermeture de lieux publics, élimination des déchets d'origine environnementale ou animale) (gouvernement de l'Ontario, 2006). En octobre 2006, Gestion des situations d'urgence Ontario a lancé un système d'avertissement tous risques. Ce projet pilote d'un an est conçu pour avertir les résidents en cas de dangers imminents, d'origine humaine ou naturelle, qui menacent leur vie ou leurs biens, par exemple en cas d'inondation, d'incendie de forêt, de contamination de l'eau potable ou de déversement de produits chimiques. Il diffusera des avertissements de sécurité publique sur deux réseaux de câblodistribution : The Weather Network en anglais et MétéoMédia en français (ministère de la Sécurité communautaire et des Services correctionnels de l'Ontario, 2006).

Depuis la tempête de verglas de 1998 qui a affecté le Québec, l'est de l'Ontario, le Nouveau-Brunswick et la Nouvelle-Écosse pendant plusieurs semaines, le Québec a pris des mesures importantes pour renforcer sa préparation et son dispositif d'intervention en cas d'urgence, de sorte qu'il est aujourd'hui beaucoup mieux armé pour faire face à des événements extrêmes (Lemmen et coll., 2008). Par exemple, pendant la crise, le gouvernement a acheté 57 000 lits pliants et couvertures de la Croix-Rouge, ce qui permettra à la province d'ouvrir beaucoup plus de refuges d'urgence en cas de catastrophes à grande échelle (D. Shropshire, comm. pers., 15 octobre 2005). Le gouvernement a aussi créé le consortium Ouranos. Résultat d'une initiative conjointe entre le gouvernement du Québec, Hydro-Québec et d'autres partenaires, celui-ci s'est donné pour mandat de faire la lumière sur les changements climatiques régionaux et leurs répercussions socio-économiques et environnementales. Ouranos est à se doter des outils de recherche nécessaires pour produire et offrir aux décideurs des scénarios détaillés sur les changements climatiques régionaux. À l'automne 2006, le consortium a ajouté un volet de recherche sur les répercussions des changements climatiques sur la santé humaine.

Cadre national de gestion des interventions sanitaires d'urgence

En 2001, le ministre de la Santé fédéral et ses homologues provinciaux et territoriaux convenaient de la nécessité de doter le Canada d'un plan stratégique détaillé, intégré et coordonné pour gérer les crises de santé (Santé Canada, 2005a). Leurs délibérations ont donné lieu au Cadre national de gestion des interventions d'urgence qui définit une approche cohérente et interopérationnelle en gestion des urgences de santé à l'échelle pancanadienne (Réseau F-P-T des mesures et interventions d'urgence, 2004). Ce cadre permet aussi aux autorités locales, provinciales et fédérales de prendre les précautions voulues et de réagir efficacement aux situations urgentes en bâtissant des ponts opérationnels qui reposent sur des principes, des lignes directrices et des modes de fonctionnement communs. Les grands principes du cadre national se fondent sur une approche tous risques et toutes conséquences, sur la résilience et la viabilité des programmes et de la planification, sur des pratiques de gestion exhaustives conciliant les mesures d'atténuation, de préparation, de réaction et de rétablissement. Cette approche tous risques examine la gamme élargie des menaces et leurs effets sur la santé individuelle, publique, communautaire et sociétale. Même si le contrôle des maladies infectieuses et d'autres urgences de santé demeure prioritaire, cette nouvelle approche marque un point de départ en vue de combler l'écart entre les politiques et les décisions relatives aux changements climatiques et la gestion des interventions sanitaires d'urgence (Santé Canada, 2005a).

Mesures en santé dans le cadre du plan d'action de lutte contre les changements climatiques du gouvernement du Québec

- Mettre en place un système d'alerte de chaleur accablante et de surveillance en temps réel des problèmes de santé pertinents dans l'ensemble des régions du Québec susceptibles de connaître ces problèmes, principalement en milieu urbain.
- Appuyer les gestionnaires des immeubles du réseau de la santé dans l'analyse des besoins en ventilation, climatisation et déshumidification, en tenant compte des changements climatiques.
- Améliorer les systèmes de surveillance des maladies infectieuses pour permettre une détection rapide d'agents pathogènes et de maladies dont le développement est favorisé par les changements climatiques.
- Élaborer des activités de formation sur les maladies et les problèmes de santé émergents liés aux changements climatiques et leur traitement, pour le personnel travaillant dans le secteur de la santé publique, des services cliniques et de la protection civile.
- Mettre sur pied un système de surveillance épidémiologique à court et à long terme des problèmes de santé physique et psychologique liés aux événements climatiques extrêmes.
- Offrir un soutien financier pour la création d'îlots de fraîcheur (p. ex., plantation d'arbres, création de parcs, installation de piscines municipales) en milieu urbain et à la climatisation d'infrastructures stratégiques (p. ex., hôpitaux, centres d'hébergement de personnes âgées, écoles) afin d'atténuer les effets des épisodes de canicules estivales sur la population.

Source : Gouvernement du Québec, 2006.

8.6.2 Adaptation aux risques pour la santé découlant des maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs

Afin d'être mieux préparé aux effets prévus des changements climatiques sur la santé, l'OMS plaide en faveur d'un renforcement général des services de santé et de santé publique. Plus particulièrement, [traduction] « l'entretien des infrastructures de santé publique nationales est un élément clé pour déterminer les degrés de vulnérabilité et de capacité d'adaptation » (McMichael et coll., 2003, p. 14). Les autorités en matière de santé publique jouent un rôle critique dans la surveillance et la prise de mesures visant à maintenir la santé et le bien-être dans l'ensemble de la collectivité par l'intermédiaire de trois secteurs d'activités principales (Carty et coll., 2004) :

- la protection de la santé — réduire ou prévenir les risques par diverses activités (p. ex., salubrité des aliments et de l'eau, immunisation, manipulation des toxines);
- la surveillance et dépistage des risques pour la santé — dépistage précoce des maladies pour en faciliter le traitement; et
- la promotion de la santé — activités de sensibilisation et d'éducation sur diverses questions visant à réduire ou à prévenir les risques (p. ex., tabagisme, prévention des blessures, nutrition, santé de la reproduction).

Parmi les autres activités en cours au Canada, les ministères de la santé à l'échelle fédérale, provinciale ou locale tiennent à jour des registres de données sur certaines maladies, infections, hospitalisations et blessures. L'OMS surveille des données

similaires à l'échelle mondiale. Ces données, recueillies au fur et à mesure de la survenance des événements, contribuent à la surveillance passive et pourraient être améliorées par des programmes de surveillance active qui permettent de recueillir des données concernant des problèmes de santé précis (p. ex., infections émergentes) (Pinner et coll., 2003). La publication *Relevé des maladies transmissibles au Canada* et l'application Internet *Maladies à déclaration obligatoire en direct* donnent accès à des informations sur des rapports de cas et des résultats issus de programmes de surveillance des maladies infectieuses.

L'efficacité des politiques et des programmes à répondre aux éclosions de maladies et aux situations d'urgence au Canada a récemment fait l'objet d'un examen à la suite des éclosions et autres événements qui sont survenus au cours de la dernière décennie et qui ont mis à l'épreuve la capacité des systèmes d'intervention d'urgence et de santé publique. Plusieurs des secteurs clés à améliorer mentionnés dans ces rapports sont décrits dans les sections 8.6.2.1 à 8.6.2.5 du présent chapitre.

8.6.2.1 Planification et coordination institutionnelle

Une des lacunes générales observées pour faire face aux situations d'urgence et aux épidémies infectieuses à l'échelle pancanadienne est l'absence d'une approche commune visant à établir des procédures uniformes et interopérationnelles. L'élaboration d'un cadre stratégique et législatif national concernant les mesures harmonisées et unifiées face aux urgences sanitaires est considérée comme étant un besoin critique (Santé Canada, 2003b; Réseau F-P-T des mesures et interventions d'urgence, 2004). D'une façon plus générale, on a relevé la nécessité d'élaborer des stratégies qui visent toute la gamme de déterminants de la santé, notamment les facteurs sociaux, environnementaux, culturels et économiques (Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie, 2003). Cela comprend l'élaboration de programmes et de services qui tiennent compte des différents besoins en matière de soins de santé des hommes et des femmes, des minorités visibles, des personnes handicapées et des néo-Canadiens (Commission sur l'avenir des soins de santé au Canada, 2002).

8.6.2.2 Système de santé et ressources en santé publique

Les niveaux de financement préalables des systèmes de santé et des fonctions de santé publique, y compris ceux dédiés à la prévention et au contrôle des maladies infectieuses, ont été jugés insuffisants pour répondre aux besoins actuels en matière de services (Commission sur l'avenir des soins de santé au Canada, 2002). D'autres études soulèvent le besoin de financement adéquat pour soutenir les infrastructures de santé publique (ACSP, 2001a; Santé Canada, 2003b) et s'assurer que les services d'urgence ont l'équipement et les installations physiques nécessaires pour satisfaire aux normes minimales dans les situations d'urgence. Il faut renforcer la capacité afin que les hôpitaux qui servent de centres régionaux puissent être dotés des infrastructures appropriées pour faire partie des réseaux de surveillance, y compris la possibilité d'être informés de toutes les alertes nationales et internationales (Santé Canada, 2003b). Plus de ressources sont également nécessaires pour soutenir la capacité provinciale, territoriale et régionale en matière de surveillance des maladies infectieuses, la gestion des éclosions et les activités de contrôle des infections connexes (Santé Canada, 2003b).

8.6.2.3 Mise en commun et échange de renseignements

Les responsables canadiens en matière de santé des provinces et des territoires doivent pouvoir échanger et mettre en commun de manière opportune et précise des données et des renseignements sur les éclosions de maladie et les urgences (p. ex., rapport de surveillance interprovincial), s'ils veulent être en mesure de répondre efficacement aux nouvelles situations et de s'y adapter. Plusieurs études ont souligné la nécessité d'accroître la capacité des responsables à mettre en commun de tels renseignements (ACSP, 2001a, 2001b; Santé Canada, 2003b; Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie, 2003). Dans un rapport de 1999, Santé Canada a conclu que quelques renseignements sur la santé des Canadiens ne sont pas organisés de manière à répondre aux besoins des décideurs et des professionnels de la santé (Santé Canada, 1999). Pour remédier à cette situation, on recommande un accès plus rapide aux résultats et tests de laboratoire, au moyen de plateformes technologiques et de procédures de typage communes, de même que l'élaboration de protocoles de gestion pour les éclosions de maladies infectieuses (Santé Canada, 2003b; Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie, 2003).

8.6.2.4 Formation et planification des ressources humaines

Selon plusieurs études, il faut accorder une plus grande attention à la formation et à la planification des ressources humaines pour étayer la capacité des collectivités à répondre aux urgences sanitaires et aux épidémies de maladies infectieuses, plus particulièrement à une époque où de nombreux établissements de soins de santé sont surchargés. Les services de santé au Canada font actuellement face à une forte demande. Même si 87,7 % des Canadiens avaient un médecin de famille en 2001 (Santé Canada, 2002a) et qu'en 2003, 84,9 % des Canadiens étaient satisfaits des soins reçus (Santé Canada, 2004b), un Canadien sur dix faisait état de besoins non satisfaits en matière de soins de santé en 2003, et 32 % d'entre eux ont mentionné que l'attente de soins constituait un obstacle (Institut canadien d'information sur la santé (ICIS), 2006b). De plus, en 2004, 48 % des Canadiens ont affirmé avoir attendu plus de deux heures avant de recevoir des soins à l'urgence (ICIS, 2005).

Il convient d'améliorer la planification des ressources humaines pour créer un bassin ou une capacité « de pointe » afin de faire face aux situations d'urgence en matière de santé publique (ACSP, 2001a, 2001b; Commission sur l'avenir des soins de santé au Canada, 2002; Santé Canada, 2003b; Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie, 2003). Selon les résultats d'un récent sondage réalisé auprès des professionnels de la santé à Ottawa, les médecins de famille qui pratiquent dans cette ville considèrent que leur cabinet n'est pas préparé à intervenir en cas de crises de santé majeures (Hogg et coll., 2006). Seuls 18 % estiment que leur cabinet est préparé à intervenir en cas d'épidémie de maladies respiratoires graves et 50 % estiment ne pas être préparés (Hogg et coll., 2006).

Plusieurs études recommandent l'élaboration d'un plan global visant à régler les problèmes touchant le nombre, la répartition, les études et la formation, la rémunération, les compétences et les profils d'exercice des professionnels canadiens de la santé (ACSP, 2001a, 2001b; Comité sénatorial permanent des affaires sociales, des sciences et de la technologie, 2003; Commission sur l'avenir des soins de santé au Canada, 2002; Santé Canada, 2003b). Il est particulièrement important de renforcer la capacité de pointe pour protéger la santé en période de crise puisque les Canadiens sont exposés à un plus grand nombre de risques en raison d'événements météorologiques plus fréquents et plus intenses[16]. D'autres besoins pressants ont aussi été relevés, notamment, l'amélioration des activités de communication en cas de crise et une formation plus poussée des professionnels de la santé afin de faciliter la mise en commun d'information avec le public durant les situations d'urgence sanitaire (Santé Canada, 2003b).

16 Voir chapitre 3, Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes, pour de plus amples renseignements.

8.6.2.5 Mesures récentes pour améliorer la capacité d'adaptation

À la suite de l'épidémie de SRAS en 2003 et des nombreux appels en faveur du renforcement du système de santé publique, une nouvelle Agence de santé publique du Canada (ASPC) et un poste d'administrateur en chef de la santé publique pour le pays ont été créés en 2004. Grâce à des investissements plus importants dans les fonctions de la santé publique, on a créé et renforcé un éventail de programmes : le Centre international des maladies infectieuses, dont les activités sont axées sur la recherche, la formation, la commercialisation et l'innovation relativement aux menaces et aux répercussions liées aux maladies infectieuses; un Programme d'amélioration des compétences en santé publique; un Cadre pancanadien pour la planification des ressources humaines en santé publique et un Programme de bourses d'études et de bourses de recherche en santé. Des investissements accrus ont aussi contribué à l'élaboration ou à l'application de technologies de pointe, comme le Programme Générateur de cartes en santé publique que l'ASPC a mis à la disposition des professionnels de la santé du Canada. Ce programme leur permet de visualiser rapidement et facilement des données locales en matière de santé en utilisant des applications cartographiques sur l'Internet (ASPC, 2006). L'ASPC contribue aussi à la construction du Centre de vaccination international de l'Université de la Saskatchewan. Ce centre sera le premier établissement en son genre dans le monde, il est unique du fait que ses activités seront axées sur le développement de vaccins pour lutter à la fois contre les pathogènes animaux et humains. L'établissement sera équipé pour agir comme installation d'essai de confinement de niveau 3 où une équipe travaillera à la mise au point de vaccins pour freiner la propagation d'infections comme le virus du Nil occidental, la maladie de Creutzfelt-Jacob et le SRAS (ASPC, 2007a).

La capacité des représentants de la santé à réaliser les activités de surveillance requises en vue de déceler puis de gérer efficacement les risques pour la santé humaine a été accrue au Canada. Les maladies infectieuses, y compris celles qui posent plus de risques aux Canadiens et autres citoyens dans le monde en raison des changements climatiques, doivent faire l'objet d'une détection rapide et précoce. Grâce à la détection précoce d'éclosions, les représentants de la santé au Canada, d'autres pays et d'organismes internationaux comme l'OMS reçoivent des avertissements qui leur permettent de prendre des mesures préventives et correctives. L'ASPC gère le Réseau Mondial d'Intelligence en Santé Publique, un système d'alerte rapide en ligne qui réunit des rapports préliminaires sur la santé publique de partout dans le monde, vingt-quatre heures sur vingt-quatre, sept jours sur sept, et diffuse des informations pertinentes sur les éclosions de maladies et d'autres événements liés à la santé publique à des utilisateurs du milieu de la santé publique au Canada et à l'étranger (ASPC, 2004). On doit à ce système la détection de l'éclosion de SRAS en Chine en 2002 et d'avoir contribué à limiter la propagation de cette maladie (Sommer, 2006). Qui plus est, le Système canadien intégré de la santé publique de l'ASPC offre une suite intégrée d'outils informatiques et d'utilitaires de base de données conçus spécialement à l'usage des professionnels canadiens de la santé publique visant à soutenir les activités de surveillance nécessaires (ASPC, 2007c).

La contamination de l'eau potable par *E. coli 0157:H7* et *Campylobacter jejuni* à Walkerton en 2000, la plus grave éclosion de maladie d'origine hydrique de l'histoire canadienne (7 décès et 2 300 personnes malades), a donné lieu à un examen et à l'amélioration de la réglementation en matière d'approvisionnement en eau au Canada. Après cet événement, de nombreuses provinces ont revu leurs normes afin de se conformer aux Directives pour la qualité de l'eau potable au Canada élaborées par Santé Canada. Pour aider les partenaires provinciaux et territoriaux dans leurs efforts visant à protéger la santé des Canadiens des risques associés à la contamination des réserves d'eau potable, Santé Canada et l'ASPC ont adopté une série de mesures, notamment la mise en œuvre d'un système en ligne conçu pour afficher les avis

d'ébullition d'eau et informer les intervenants partout au Canada, l'élaboration d'un document technique intitulé *De la source au robinet – l'approche à barrières multiples pour de l'eau potable,* et la facilitation de la mise en commun d'information par l'entremise du Comité fédéral-provincial-territorial sur l'eau potable.

On déploie aussi des efforts dans le cadre de la Stratégie de gestion de l'eau des Premières nations pour s'assurer que les collectivités des Premières nations au Canada ont accès à une eau potable propre et salubre. En 2003, le gouvernement fédéral a annoncé un nouvel investissement de 600 millions de dollars dans le cadre de cette stratégie pour améliorer l'approvisionnement en eau potable salubre, de même que les services de traitement des eaux, aux collectivités des Premières nations.

Nouvelle usine de traitement des eaux pour la Première nation de Walpole Island

En novembre 2005, le gouvernement fédéral a engagé 10 millions de dollars pour remplacer l'usine actuelle de traitement des eaux de la Première nation de Walpole Island. La réserve de cette Première nation, qui compte 2 200 membres résidants, est située près de Wallaceburg (Ontario). Quelque 650 ménages y vivent et la majorité de ceux-ci sont desservis par l'usine actuelle de traitement des eaux. Cette dernière, qui fonctionne présentement à pleine capacité, sera remplacée par une nouvelle usine en 2008. Dans le cadre de la Stratégie de gestion de l'eau des Premières nations, 67,2 millions de dollars ont été investis depuis 2003 dans 54 projets importants d'amélioration ou de remplacement d'installations. Ces projets, qui sont actuellement en cours de conception ou de construction, ou sont déjà terminés, amélioreront la qualité de l'eau dans 45 collectivités des Premières nations de l'Ontario.

Source : Affaires indiennes et du Nord Canada (AINC), 2007.

8.6.3 Adaptation aux risques pour la santé découlant de la pollution atmosphérique et des vagues de chaleur

Il est communément admis que la tendance actuelle au réchauffement de la planète continuera et que la surmortalité est associée aux températures élevées et aux vagues de chaleur accablante (GIEC, 2007a)[17]. Des températures de plus en plus élevées peuvent aussi avoir des répercussions sur les réactions chimiques en cause dans la formation de la pollution atmosphérique. En raison des inquiétudes que soulèvent les risques pour la santé associés aux vagues de chaleur et aux niveaux de smog plus élevés, l'élaboration de systèmes de protection et d'alerte au Canada s'avère plus que jamais nécessaire (Cheng et coll., 2005).

8.6.3.1 Indices de qualité de l'air

Des informations à jour sur les risques posés à la santé par la pollution atmosphérique peuvent jouer un rôle important dans la modification des comportements individuels en vue de minimiser ces risques. Les avis de smog sont la première ligne de défense pour ce qui est de protéger la santé des Canadiens contre l'exposition à la pollution atmosphérique. Partie intégrante de ces alertes, l'indice de la qualité de l'air fournit quotidiennement des informations sur les conditions locales relatives à la pollution atmosphérique. À l'heure actuelle, il n'existe pas d'indice de la qualité de l'air commun pour l'ensemble du pays. Toutes les provinces à l'exception de la Saskatchewan (et aucun territoire) et, dans certains cas, certaines municipalités (p. ex., Montréal) ont élaboré leur propre version avec l'aide du gouvernement fédéral qui leur offre du soutien scientifique, technique et de surveillance. On observe également un manque de cohérence

17 Selon le GIEC, « Le forçage anthropique (résultant des gaz à effet de serre) a sans doute augmenté le risque de vagues de chaleur » (GIEC, 2007b, p. 11) et « Il est *très probable* que les canicules, les vagues de chaleur et les événements de fortes précipitations continueront à devenir plus fréquents » (GIEC, 2007b, p. 15).

dans la façon de calculer et de présenter des rapports sur la qualité de l'air, ainsi que dans l'utilisation des messages relatifs à la santé (Environics Research Group, 2005). De plus, un récent sondage réalisé auprès des médecins canadiens révèle que pratiquement aucun des répondants n'informe ses patients des risques pour la santé liés à la qualité de l'air dans le cadre des consultations, même si tous croient que la qualité de l'air extérieur a des répercussions néfastes sur la santé et qu'ils sont nombreux à croire que les répercussions sont importantes. Les médecins ont invoqué le manque de temps, le manque d'information et une compréhension insuffisante du sujet comme raison de ne pas discuter des répercussions sur la santé d'une mauvaise qualité de l'air avec leurs patients (Environics Research Group, 2006).

Malgré le succès relatif des indices de la qualité de l'air, divers groupes se disent inquiets des failles fondamentales dans les hypothèses utilisées aux fins des calculs. Les inquiétudes portent principalement sur des questions de santé, notamment en raison du fait qu'il n'existe aucun seuil connu pour l'ozone et les particules fines, que les normes relatives à la qualité de l'air sur lesquelles reposent l'indice sont dépassées, et que la majorité des effets sur la santé surviennent en dehors des périodes d'avis de smog (Chiotti, 2006). De plus, l'indice de la qualité de l'air actuel pourrait s'avérer moins efficace pour convaincre les personnes de modifier leur comportement que ce que l'on souhaiterait. Les individus ont fortement tendance à se dissocier des risques pour la santé liés à la qualité de l'air, soit en sous-estimant leur propre degré d'exposition, soit en tenant pour acquis que ces risques touchent surtout d'autres catégories de personnes qu'ils croient plus vulnérables (p. ex., les personnes âgées). La plupart des Canadiens savent que des indices de la qualité de l'air ou des avis de smog sont diffusés dans leur région; toutefois, cette information ne parvient que dans une faible mesure à attirer l'attention et à susciter des gestes destinés à réduire le degré d'exposition personnelle même au cours d'épisodes de pauvre qualité de l'air (Santé Canada, 2005a). Un autre problème est l'absence d'un registre central au Canada qui compilerait les avis de smog à l'échelle nationale, même s'il existe des sites Internet qui fournissent des données provinciales ou régionales plus ou moins détaillées sur la qualité de l'air (Chiotti, 2006).

8.6.3.2 Plans de lutte contre le smog

Les plans de lutte contre le smog des diverses municipalités consistent habituellement en un plan de communications, un réseau de communications et des mesures opérationnelles visant à réduire les émissions de contaminants atmosphériques nuisibles. Les plans sont habituellement axés autour de quatre activités centrales (Chiotti, 2006) :

- informer la collectivité des effets de la pollution atmosphérique sur la santé;
- documenter, surveiller et faire des rapports sur la qualité de l'air local;
- élaborer une stratégie de gestion visant à réduire les émissions locales qui contribuent à la pollution atmosphérique; et
- préparer la collectivité à intervenir adéquatement en cas de smog.

De nombreuses municipalités du centre-sud du Canada ont élaboré des plans d'assainissement de l'air à long terme dont la plupart comportent un volet d'intervention en cas de smog. Toutefois, on observe un écart spatial entre les plans de lutte contre le smog des diverses régions qui utilisent un indice de la qualité de l'air, ce qui pourrait se traduire comme un problème grave pour la santé. Peu de villes, s'il y en a, à l'extérieur du centre-sud du Canada ont mis en place des plans d'intervention en cas d'alerte au smog, même si plusieurs collectivités au Canada ont des périodes de pollution atmosphérique qui posent un risque pour la santé. Bon nombre de ces collectivités ont mis sur pied des stratégies de gestion de l'air ou prennent des mesures pour réduire les gaz à effet de serre (GES) (Chiotti, 2006). Même si le nombre d'avis de smog émis actuellement n'indique pas que le smog est un problème grave, il pourrait le devenir dans le contexte des changements climatiques (Chiotti, 2006)[18].

18 Voir chapitre 4, Qualité de l'air, changements climatiques et santé, pour plus de renseignements.

8.6.3.3 Autres mesures

Bien qu'il soit important de prendre des mesures d'adaptation (p. ex., avis) pour réduire l'exposition d'un individu à la pollution atmosphérique et aux températures extrêmes, la mise en place de mesures d'atténuation visant à réduire les émissions de polluants atmosphériques contribuera davantage à réduire les risques pour la santé associés à de telles conditions atmosphériques (Santé Canada, 2005b). Les mesures permettant de réduire les émissions de GES peuvent avoir des effets bénéfiques immédiats pour la santé en réduisant directement les émissions de polluants atmosphériques chimiques. Les mesures d'atténuation visant à réduire les polluants atmosphériques et les GES sont conformes à l'approche préventive à l'égard des changements climatiques préconisée par le milieu de la santé publique (ACSP, 2001c). La capacité des individus, collectivités, et gouvernements à réduire les polluants atmosphériques et les GES est un complément important aux mesures d'adaptation, mais ce sujet ne sera pas abordé dans le présent chapitre.

8.6.3.4 Systèmes d'alerte-chaleur

Le chapitre 3, Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes, démontre que des politiques et programmes vigoureux en matière de gestion des urgences, y compris des plans d'intervention d'urgence et des systèmes d'alerte rapide, constituent des mesures d'adaptation essentielles pour réduire les risques pour la santé humaine découlant de phénomènes météorologiques extrêmes et d'autres catastrophes naturelles. Une analyse des effets sur la santé de la vague de chaleur qui a affecté l'Europe en 2003 souligne l'importance, entre autres, des politiques en matière de gestion des risques et des coûts élevés de l'inaction sur le plan de la préparation (OMS, 2005).

Les systèmes d'alerte-chaleur peuvent être efficaces pour réduire l'incidence des décès et des maladies liés à la chaleur (Smoyer-Tomic et Rainham, 2001; Kovats et Jendritzky, 2006; United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA) et coll., 2006). Il existe plusieurs méthodes connues pour déterminer le seuil critique justifiant le déclenchement d'une alerte. Pour être efficaces, des capacités de prévision précises doivent contribuer à l'élaboration de stratégies d'avertissement et de communications adéquates et de mesures d'intervention en temps opportun (Ebi, 2005). L'installation plus commune de systèmes de climatisation, l'amélioration des services de santé et d'urgence, l'amélioration des prévisions météorologiques et la mise en place de systèmes d'intervention et d'alerte-chaleur dans des grandes villes comme Toronto ont contribué à maintenir à un bas niveau le nombre de décès et de maladies attribuables à la chaleur accablante au Canada (Clean Air Partnership (CAP), 2004; Dolney et Sheridan, 2005). Dans les états de l'est des États-Unis, plus particulièrement dans les régions plus au sud, la surmortalité attribuable aux canicules estivales a diminué radicalement entre les années 1960 et 1990, apparemment pour des raisons semblables à celles du Canada (Davis et coll., 2002).

Les systèmes d'alerte-chaleur dépendent des activités et réseaux de communications qui représentent des éléments importants d'un plan d'intervention. Les mesures municipales sont souvent prises par des partenaires communautaires, pour ce qui est des activités de sensibilisation auprès des groupes vulnérables. Au Canada, très peu de collectivités ont mis sur pied des plans complets d'intervention et d'alerte-chaleur. Compte tenu du rapport entre la chaleur accablante et le taux de mortalité (McGeehin et Mirabelli, 2001; Basu et Samet, 2002; Kovats et Ebi, 2006; Ebi, 2007), cela pourrait représenter un problème pour la santé publique. Les systèmes d'alerte-chaleur au Canada sont surtout limités à l'Ontario et au Québec. Quelques collectivités d'autres régions font de la sensibilisation, par exemple, en affichant des informations relatives à la santé et à la chaleur sur les sites Internet communautaires (Paszkowski, 2007)[19]. Les systèmes d'alerte-chaleur ont

19 Voir l'annexe 2 pour des exemples de villes et d'industries dotées de plans d'alerte-chaleur.

un protocole semblable à celui des plans de réaction au smog. Des conseils sont habituellement donnés directement aux citoyens pour les aider à réduire leur exposition au stress thermique. Voici les composants de la plupart des systèmes actuellement mis en place dans le centre-sud du Canada (Chiotti, 2006) :

- *Surveillance* — Chaque année, le personnel des services de santé surveille les prévisions météorologiques d'Environnement Canada, habituellement du 15 mai au 30 septembre.
- *Avis* — Le personnel des services de santé reçoit à l'avance les prévisions météorologiques de cinq jours d'Environnement Canada, ou l'information concernant les avis d'humidex.
- *Consultation* — Au besoin, le personnel des services de santé consulte le bureau de météorologie local pour discuter des prévisions régionales avec un météorologue.
- *Décision* — D'après les sources et conditions météorologiques, le mois, les conditions de chaleur à ce moment de la saison, les informations en matière de surveillance sanitaire et l'évaluation de la capacité du système à réagir, le médecin-conseil en santé publique déterminera si la Région doit émettre une alerte de chaleur accablante à la collectivité (T. Kosatsky, comm. pers., 26 novembre 2005).
- *Activation* — Lorsqu'une alerte de chaleur est émise, les responsables de la santé publique en informent les médias et les instances représentant les personnes pouvant être affectées par la chaleur accablante. Les organismes concernés, y compris les hôpitaux et les centres de soins de longue durée, les refuges locaux, les employés municipaux et les garderies, reçoivent l'avis d'alerte-chaleur. Il incombe ensuite à chaque organisme d'aviser son personnel. Les informations relatives à l'alerte-chaleur sont envoyées aux responsables du site Internet des communications internes afin qu'ils affichent l'information sur les sites Internet municipaux. Voici d'autres mesures qui pourraient être prises :
  - la distribution de bouteilles d'eau dans les endroits où les personnes vulnérables sont le plus susceptibles de se rassembler;
  - la demande aux refuges d'assouplir leurs règles de couvre-feu;
  - l'ouverture de lieux d'accueil climatisés dans des endroits centraux;
  - la distribution de jetons de transport en commun aux sans-abri afin qu'ils puissent se rendre aux centres de rafraîchissement; et
  - l'activation d'une ligne téléphonique pendant 12 heures afin de répondre aux questions du public relatives à la chaleur.
- *Sensibilisation du public* — Les messages au public renforcent la responsabilité individuelle tout en sensibilisant les gens. On encourage les citoyens à rendre visite à leurs voisins vulnérables (p. ex., les personnes âgées qui vivent seules) et on les informe sur la façon de prodiguer des soins dans les cas de maladies liées à la chaleur. On encourage les sans-abri et les personnes dont le lieu de résidence ne dispose pas d'un système de climatisation à se rendre dans des endroits publics climatisés, comme des centres commerciaux et des bibliothèques. La sensibilisation du public se fait de différentes façons :
  - les gens obtiennent les informations en téléphonant à la municipalité ou en consultant le site Internet;
  - les organismes affichent l'information sur des babillards et sont prêts à répondre aux questions; et
  - les médias communiquent les informations.

- *Retrait de l'avis* — Lorsque le temps chaud ne représente plus une menace pour "la santé, le médecin-conseil en santé publique met fin à l'alerte de chaleur en avisant les médias et les organismes participants.
- *Évaluation* — Le plan d'intervention en période de canicule doit comporter un volet évaluation afin de déterminer les changements ou les ajouts à apporter au plan pour les prochaines années.

Il existe différentes approches à travers le monde et au Canada pour déterminer les seuils qui déclenchent la prise de mesures lors de périodes de chaleur accablante. Par exemple, Toronto utilise l'approche des masses d'air synoptiques. Cette méthode prend en considération les risques pour la santé d'une combinaison de plusieurs variables météorologiques, y compris la température de l'air, le point de rosée, la visibilité, le couvert nuageux total, la pression atmosphérique au niveau de la mer, la vitesse et la direction du vent pour déterminer s'il faut émettre une alerte (Angus, 2006).

Tableau 8.1 Nombre d'alertes émises par Santé publique Toronto (2001 – 2005)

Année	Nombre d'alertes émises par le Bureau de santé publique de Toronto
2001	9
2002	16
2003	6
2004	2
2005	26

Source : Angus, 2006.

Le système de veille et d'alerte de chaleur de Montréal repose quant à lui sur des seuils de température minimale et maximale établis selon la relation mortalité-température pour la région. Des alertes sont émises lorsque les températures maximales pour trois jours consécutifs dépassent 33 °C et celles minimales sont supérieures à 20 °C (Angus, 2006). D'autres villes moins populeuses on tendance à s'appuyer sur les seuils établis pour les grandes villes ou encore à se fier aux avis d'humidex émis par Environnement Canada afin de fournir des renseignements supplémentaires à la population ou encore d'activer leur propre plan d'intervention[20].

La mise en œuvre de systèmes alerte-chaleur et plans d'intervention au Canada a été motivé en partie par la réaction de certains responsables de la santé publique aux décès liés aux vagues de chaleur qui ont fait les manchettes aux États-Unis (p. ex., la canicule de Chicago en 1995) et en Europe de l'Ouest (p. ex., France, Italie, Allemagne et Angleterre en 2003). Certaines villes canadiennes ont également étudié les données de mortalité sur leur territoire et identifié les populations à risque tenant compte des

20 On émet un avis d'humidex lorsqu'on prévoit des températures dépassant les 30 °C et des valeurs humidex supérieures à 40 °C. Les valeurs humidex représentent l'effet d'une humidité et d'une température élevées sur le corps humain. Les niveaux de confort pour l'humidex sont : 20 - 29 (confortable), 30 - 39 (degrés variables d'inconfort), 40 - 45 (presque toutes les personnes sont inconfortables), et +45 (il faut limiter certains types de travail et d'exercice) (Environnement Canada, 2006). Même s'il n'existe aucune définition officielle d'une vague de chaleur, Environnement Canada la définit comme une période d'au moins trois jours consécutifs où la température est supérieure ou égale à 32 °C.

projections climatiques futures. Leurs préoccupations sont aussi renforcées par des études statistiques qui montrent que les populations vulnérables sont sensibles à différentes températures et aux conditions météorologiques qui y sont associées (Smoyer et coll., 1999, 2000). Une meilleure compréhension des seuils relatifs à la température et à la protection de la santé est nécessaire pour l'élaboration de nouveaux systèmes d'alerte-chaleur afin de répondre aux besoins des collectivités de diverses tailles, de divers endroits au pays et dont les populations vulnérables diffèrent. L'efficacité des systèmes d'alerte-chaleur actuels doit être évaluée afin d'assurer la protection maximale des populations et orienter les décisions des collectivités à propos de la mise en place de systèmes appropriés (Angus, 2006). Il existe des lacunes importantes en matière de connaissances concernant les interventions optimales en santé publique visant à réduire le nombre de décès et de maladies associés aux canicules (Ebi, 2005).

Les réponses actuelles aux risques accrus pour la santé des périodes de chaleur accablante sont axées principalement sur les mesures d'adaptation qui réduisent l'exposition des populations vulnérables à la chaleur. Comme option d'adaptation, le fait de dépendre exclusivement de la climatisation pour faire face aux canicules pourrait être risqué. En effet, en cas de panne d'électricité généralisée, comme celle survenue en août 2003 et qui a touché plusieurs états américains et une grande partie du territoire ontarien, beaucoup de gens pourraient se trouver incapables de faire face à un tel stress thermique. De plus, [traduction] « dépendre des technologies à forte consommation énergétique comme la climatisation n'est pas une solution viable et cette option peut même être considérée comme une mésadaptation » (OMS, 2005).

Les mesures visant explicitement à réduire l'effet d'îlot thermique sont présentement moins courantes au Canada (Chiotti, 2006; Paszkowski, 2007). Ce phénomène est attribuable aux grandes surfaces de matériaux qui absorbent la chaleur, par exemple l'asphalte, et la faible présence de végétaux procurant de l'ombre et rafraîchissant l'air. En raison de l'effet d'îlot thermique urbain, la température moyenne des villes est de 4 à 7 °C plus élevée que celle des banlieues (ville de Hamilton, 2006). La nécessité de réduire la consommation d'énergie dans les grands centres urbains est à l'origine de la plupart des mesures mises de l'avant pour réduire l'effet d'îlot thermique. Depuis peu, on reconnaît que ces mesures peuvent être bénéfiques pour la santé puisqu'elles permettent de réduire le rayonnement thermique, d'abaisser la température ambiante dans la ville et d'offrir des abris frais durant les périodes de chaleur accablante. Ces mesures comprennent la plantation d'arbres d'ombrage, la pose de toits réfléchissants, la planification optimale des immeubles et des chaussées et la reforestation urbaine (ville de Hamilton, 2006). Les projets de Green Roofs et d'Evergreen au Canada et le programme Cool Cities aux États-Unis montrent que l'application de ces mesures est sur la bonne voie (ville de Toronto, 2007; Evergreen Canada, 2007).

Courtoisie de City of Toronto

Affiche annonçant l'ouverture d'un centre de rafraîchissement lors d'une canicule.

Étude de cas : simulation d'une vague de chaleur à Montréal

En 2005, un exercice de simulation d'une vague de chaleur a été réalisé à Montréal pour mettre à l'essai un nouveau plan d'intervention d'urgence. Cela a aussi permis de mesurer l'utilité d'un tel exercice à déceler les lacunes des activités d'intervention et de préparation en cas de vagues de chaleur accablante. Cette simulation a démontré que la ville était très bien préparée pour gérer les effets sur la santé des vagues de chaleur et que de grands progrès ont été réalisés au cours des dernières années en matière de planification d'intervention d'urgence. La survenue de d'autres effets cumulant sur les systèmes faisant l'objet de l'évaluation constituait l'élément principal de l'exercice. L'exercice de simulation a servi à évaluer plusieurs secteurs qui correspondent étroitement aux déterminants de la capacité d'adaptation analysés dans ce chapitre, et les participants on formulé des recommandations dans le but d'améliorer l'efficacité du plan d'intervention d'urgence actuel (Rousseau, 2005) :

D'après cet exercice et d'autres études, les actions pouvant assurer l'efficacité des plans sont soulignées ici-bas :

Institutions

- Les plans d'intervention d'urgence en cas de vague de chaleur de la ville doivent être bien harmonisés avec les autres plans d'urgence du centre des mesures d'urgence de la ville et l'agence de santé de la province.
- Les rôles des organismes communautaires et des bénévoles doivent être exprimés clairement dans les plans d'intervention d'urgence.
- Une procédure visant à limiter l'accès à l'eau potable provenant du réseau d'aqueduc en cas de contamination de l'eau (p. ex., abreuvoirs publics) et approvisionner les résidents en eau potable doit être en place.

Compétences et mise en commun de l'information

- Il est important que les rôles et responsabilités des responsables des communications au sein même de la ville et entre les organismes impliqués soient clairement définis et que les voies de communication soient opérationnelles afin d'assurer les communications entre les organisations à tous les niveaux (p. ex., centre des mesures d'urgence, ministère de la Santé publique, agence de santé de la province, organismes communautaires, Service météorologique du Canada).

Infrastructures

- La liste des refuges doit être mise à jour et adaptée pour répondre aux besoins des longues périodes de chaleur accablante.
- La vulnérabilité des infrastructures de la ville qui sont essentielles à la santé publique durant les périodes de chaleur accablante doit être identifiée au préalable et des mesures doivent être mises en place pour subvenir aux besoins en cas de défaillance de ces infrastructures.

8.6.3.5 Mesures récentes pour améliorer la capacité d'adaptation

Pour nous aider à réduire davantage les risques posés à la santé par la pollution atmosphérique, Santé Canada, Environnement Canada et plusieurs intervenants se sont engagés depuis 2001 dans un processus visant à améliorer l'indice de la qualité de l'air. Un nouvel indice de la qualité de l'air axé sur la santé a été créé. Pour calculer cet indice, on utilise une formule qui représente les effets combinés de divers polluants atmosphériques plutôt que la concentration d'un seul polluant comme indicateur de la qualité de l'air. En conséquence, elle reflète mieux les risques cumulatifs pour la santé associés à une gamme plus complète de polluants atmosphériques. Ce nouvel indice fournit aussi des messages

pertinents sur la santé destinés au grand public et aux personnes plus à risque (p. ex., personnes souffrant déjà de maladies cardiovasculaires et respiratoires, enfants, personnes âgées). Ces messages pourront inciter les gens à modifier leurs activités afin de réduire leur exposition aux niveaux de pollution atmosphérique nuisibles. Ils comportent aussi des mesures visant à réduire la pollution atmosphérique tant à l'échelle individuelle qu'à l'échelle de la société (Santé Canada, 2006c).

En Ontario, le gouvernement a récemment adopté une législation pour donner suite au nouveau plan d'assainissement de l'air qui prévoit l'établissement de nouvelles cibles concernant les émissions de dioxyde de soufre (SO_2) et d'oxyde d'azote (NO_x) pour la plupart des secteurs industriels d'ici 2015, l'introduction de 40 nouvelles normes de qualité de l'air et la mise en œuvre d'une approche d'évaluation des risques pour fixer les normes. Le gouvernement ontarien s'est aussi engagé à fermer ses centrales thermiques alimentées au charbon; Lakeview, située à l'ouest de Toronto, a récemment fermé ses portes. Ces initiatives visant à réduire les niveaux de pollution atmosphérique sont accompagnées d'autres mesures mises en œuvre à l'échelle régionale et municipale, principalement dans la région du Grand Toronto (Canzi, 2007) et dans la région du Grand Vancouver (The Sustainable Region Initiative, 2005).

Les Fonds municipaux verts administrés par la Fédération canadienne des municipalités (FCM) ont aussi encouragé les investissements municipaux dans le cadre de projets d'infrastructures environnementales et de pratiques visant à promouvoir l'assainissement de l'air et à protéger le climat mondial. De plus, 151 collectivités canadiennes participent au programme Partenaires pour la protection du climat (FCM, 2007). Parmi les participants, on retrouve tous les grands centres urbains du Canada qui se sont engagés à réduire les GES et à lutter contre les changements climatiques.

La plupart des grandes villes du Canada ont déjà élaboré leur propre plan sur les changements climatiques ou y travaillent. Ces plans contiennent habituellement des objectifs et des cibles de réduction des émissions de GES pour les entreprises municipales et la communauté dans son ensemble (habituellement des réductions respectivement de 20 et de 6 % par rapport aux niveaux de 1990 d'ici 2010). Les mesures visent surtout les transports (p. ex., carburants de remplacement, pratiques de conduite plus efficaces), mais comprennent aussi des plans communautaires (p. ex., financement accru pour les infrastructures destinées aux piétons et aux cyclistes), plans de gestion des déchets (p. ex., cogénération et récupération des gaz d'enfouissement) et plans énergétiques (p. ex., plus grande utilisation des sources d'énergie renouvelable et plus grande efficacité énergétique). Dans la mesure où ces initiatives réduisent la pollution atmosphérique dans les régions et les collectivités touchées, elles peuvent aussi compenser toute détérioration future de la qualité de l'air attribuable à la hausse des températures associée aux changements climatiques[21].

21 Voir le chapitre 4, Qualité de l'air, changements climatiques et santé, pour de plus amples renseignements, et l'annexe 3 pour connaître la liste des municipalités canadiennes qui ont un programme de lutte contre les changements climatiques.

L'initiative de Santé Canada visant à renforcer la résilience des individus et des collectivités à la chaleur

En 2007, Santé Canada a amorcé un projet s'étalant sur plusieurs années visant à réduire les risques pour la santé de la population provenant de la chaleur accablante. Des directives et des pratiques exemplaires concernant les systèmes d'alerte-chaleur sont en développement en collaboration avec des partenaires provinciaux et municipaux ainsi que des directives visant les soins de santé pour certaines maladies durant les périodes de chaleur accablante. Ces activités viseront à protéger les individus au sein de la population qui sont les plus vulnérables à la chaleur accablante soit les personnes âgées, les enfants, les personnes affaiblies par la maladie, et celles à faible revenu.

Enfin, en réponse aux dernières recherches qui démontrent que les populations vulnérables sont sensibles à des températures différentes et aux systèmes météorologiques associés, certaines municipalités du centre du Canada (Kingston, Toronto, région de Peel, Hamilton, Montréal, Ottawa, région de Waterloo, municipalité régionale de Halton) ont mis sur pied leurs propres systèmes d'alerte-chaleur ou songent à le faire (Chiotti, 2006).

8.6.4 Capacité intersectorielle à s'adapter aux risques posés à la santé par les changements climatiques

En 2005, un groupe de travail fédéral-provincial-territorial chargé d'étudier l'adaptation aux changements climatiques a élaboré un Cadre national d'adaptation aux changements climatiques. Ce dernier expose les secteurs où une collaboration serait désirable entre les diverses instances afin d'accroître la capacité du Canada à s'adapter aux répercussions des changements climatiques, à reconnaître et à réduire les risques, et à cerner et continuer d'explorer les possibilités d'adaptation (Ressources naturelles Canada (RNCan), 2005). Aussi, plusieurs provinces et territoires se sont engagés à tenir compte des effets des changements climatiques en élaborant leurs plans d'action pour lutter contre les changements climatiques. Le Québec, le Yukon, l'Ontario, Terre-Neuve-et-Labrador et la Colombie-Britannique attirent l'attention sur les risques potentiels pour la santé associés aux changements climatiques. Les plans du Québec, de Terre-Neuve-et-Labrador et de la Colombie-Britannique énoncent des mesures précises pour se préparer aux risques actuels ou prévus pour la santé au moyen de l'adaptation (gouvernement de la Colombie-Britannique, 2004; gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador, 2005; gouvernement du Québec, 2006). Au moment de rédiger ce chapitre, le Nunavut et la Saskatchewan élaboraient chacun leur propre plan, lequel devrait comporter un volet sur la santé humaine. Ces plans sont nécessaires afin d'établir le fondement institutionnel et l'orientation, et pour assurer l'accès au financement et l'établissement de partenariats dans le but de faciliter les efforts de lutte contre les changements climatiques et les risques pour la santé.

Le Programme sur les impacts et l'adaptation liés aux changements climatiques, parrainé par le gouvernement du Canada, a financé les recherches en matière d'adaptation aux changements climatiques dans les secteurs publics et privés et fourni des informations aux individus, entreprises et collectivités pour les aider à prendre des décisions plus judicieuses en matière d'adaptation aux changements climatiques (Lemmen et Warren, 2004). Plusieurs ministères fédéraux ont financé les recherches sur l'adaptation et ont participé aux évaluations nationales sur les impacts et l'adaptation. Les résultats des recherches sur la santé ont servi de base aux initiatives en matière d'adaptation; par exemple, dans l'élaboration du volet sur la santé du Plan d'action sur les changements climatiques du Québec (gouvernement du Québec, 2006). Le secteur des soins de santé est bien organisé pour ce qui est de la mise en commun d'informations concernant les adaptations aux changements climatiques (p. ex., le Réseau de recherche sur les impacts

climatiques et l'adaptation – Secteur de la santé) et à l'échelle internationale (collaboration entre le Centre hospitalier universitaire de Québec et l'OMS) (Gosselin, 2004), en partie, grâce à ces investissements.

Au cours des dernières années, le gouvernement du Canada s'est employé à renforcer les partenariats avec les organismes bénévoles nationaux en favorisant un accroissement des activités de conscientisation et d'engagement, de la collaboration et du renforcement des capacités. Le secteur bénévole est un partenaire clé des efforts visant à améliorer la santé de la population et des collectivités canadiennes (Santé Canada, 2005a). En aidant les personnes et les collectivités à prendre des mesures et en établissant de larges réseaux de services communautaires, les organismes bénévoles jouent un rôle fondamental dans la promotion de la santé et dans l'expansion du capital social. Les organismes comme la Croix-Rouge canadienne et l'Armée du Salut offrent toute une gamme de services sociaux aux Canadiens. Ces services représentent un élément essentiel de la capacité d'adaptation dans ce pays. En 2003, environ 161 000 organismes sans but lucratif et bénévoles œuvraient au pays, dont environ 17 % dans le domaine de la santé et des services sociaux (Statistique Canada, 2003a). En cas de catastrophe, les organismes de secours peuvent garantir une gamme de services sociaux d'urgence, comme la fourniture de vêtements et d'hébergement, les services de recherche et de réunification, et un soutien affectif aux individus et collectivités touchés. Lorsqu'une alerte-chaleur est émise, les responsables de la santé publique peuvent collaborer avec divers groupes communautaires (p. ex., la Croix-Rouge, l'Armée du Salut) qui sont en contact avec les populations vulnérables. À Toronto, par exemple, plus de 1 100 organismes communautaires qui travaillent auprès des populations vulnérables sont avisés lorsqu'une alerte-chaleur est émise (Chiotti, 2006).

En 2005, une collaboration nationale entre la Croix-Rouge, l'Armée du Salut, l'Ambulance St-Jean et d'autres organismes clés a permis d'élaborer un projet du secteur bénévole portant sur le cadre d'action en cas de situations d'urgence sanitaire et un modèle pour la création et le maintien d'un réseau de bénévoles occasionnels. Cette collaboration entre les principaux partenaires des secteurs non gouvernementaux et bénévoles est l'occasion pour les organismes bénévoles de s'engager efficacement avec tous les ordres de gouvernements sur des questions liées aux changements climatiques et aux besoins des collectivités et populations vulnérables. Ce modèle fructueux est maintenant utilisé pour accroître la participation du secteur bénévole aux urgences sanitaires liées aux changements climatiques (Croix-Rouge canadienne et coll., s.d.(a), s.d.(b)).

Malgré les efforts déployés par le gouvernement dans de nombreux secteurs pour accroître la capacité d'adaptation, le rapport de la commissaire à l'environnement et au développement durable de 2006 soulignait l'absence de plans et de stratégies d'ensemble dans les ministères fédéraux visant à les guider dans les mesures d'adaptation à prendre pour lutter contre les effets des changements climatiques (BVG, 2006). On a conclu que l'organisation des activités du gouvernement en vue d'obtenir l'information qui lui permettrait de déterminer les répercussions et les vulnérabilités possibles et de s'y préparer avait peu progressé. Dans un autre rapport, Le Conference Board du Canada (2007) réclamait du gouvernement fédéral qu'il joue un plus grand rôle dans l'adaptation en s'engageant à :

- financer les études physiques et économiques sur les mesures d'adaptation;
- faciliter les partenariats avec les autres gouvernements;
- améliorer la collecte de données sur l'état du capital naturel (p. ex., couverture forestière, ressources hydriques) pour déterminer l'ampleur et l'étendue des répercussions locales; et
- collaborer avec les gouvernements provinciaux afin de revoir les structures réglementaires et s'assurer que les législateurs tiennent compte des préoccupations en matière d'adaptation.

8.6.5 Principales conclusions

Les collectivités et les gouvernements au Canada ont déjà pris de nombreuses mesures pour s'adapter aux risques pour la santé associés aux conditions climatiques extrêmes et à la variabilité du climat.

L'analyse présentée ci-dessus démontre que, par le passé, de nombreuses mesures ont été prises afin de protéger les Canadiens des risques pour la santé qui sont associés aux conditions climatiques extrêmes et à la variabilité du climat, à la contamination par l'eau et les aliments, à la pollution atmosphérique et aux vagues de chaleur. Ces mesures ont contribué à limiter le nombre de décès attribuables aux phénomènes météorologiques extrêmes ou à d'autres urgences sanitaires survenus au Canada. Cependant, les coûts économiques liés aux événements extrêmes croissent rapidement au Canada (Etkin et coll., 2004), et de tels événements continuent de présenter des risques appréciables pour la santé et le bien-être des Canadiens et de leurs collectivités. Pour réussir à adapter nos systèmes actuels aux changements de demain, nous devons intégrer les connaissances sur les changements climatiques aux activités de planification d'aujourd'hui.

L'efficacité de l'adaptation actuelle aux risques pour la santé liés à la variabilité climatique actuelle est préoccupante.

Des lacunes concernant les mesures actuelles et les systèmes qui peuvent réduire les risques pour la santé liés au climat ont été soulevées. Des examens parlementaires et d'autres rapports ont noté des préoccupations concernant les systèmes de gestion des urgences notamment le leadership des gouvernements, les modalités de financement, les communications et la coordination et, les activités de partage d'information. . L'état des infrastructures qui sont partie intégrante de la protection de la santé humaine (p. ex., les routes, les installations de traitement des eaux usées, les égouts pluviaux, le réseau de distribution de l'eau) contribue à créer des vulnérabilités au Canada; toutefois son renouvellement représente une chance de palier aux risques futures. La capacité d'intervention du Canada en cas d'éclosion de maladie ou d'urgence sanitaire dépend grandement du financement accordé à de nombreuses fonctions de santé publique, de la capacité à échanger et à mettre en commun les données de surveillance et de suivi, et de l'état de la planification et de la formation des ressources humaines. De plus, les systèmes d'alerte et d'intervention efficaces en cas de chaleur accablante dans les différents types de communautés du Canada sont peu connus, ce qui nuit aux efforts déployés actuellement pour protéger les Canadiens des risques pour la santé associés à la pollution atmosphérique et aux épisodes de chaleur accablante. De plus, les mesures d'atténuation de l'effet d'îlot thermique dans les zones urbaines sont limitées à travers les collectivités au Canada.

Cette analyse a aussi révélé que les capacités ne sont pas réparties uniformément parmi les collectivités du Canada. Les villes, les petites collectivités et les régions rurales n'ont pas toutes la même capacité en ce qui a trait à la planification et à la préparation aux urgences. En général, les petites collectivités et les régions rurales sont engagées dans un nombre réduit d'activités et sont moins en mesure d'exercer les activités de planification et de préparation aux urgences. Cette situation peut se solder par une protection bien plus faible contre les catastrophes et les urgences sanitaires pour les populations vivant dans ces communautés.

De récentes mesures et initiatives ont amélioré la capacité des gouvernements et des collectivités de réduire les risques pour la santé liés à la variabilité climatique actuelle.

La capacité des gouvernements et des collectivités à se préparer à faire face à nombre d'urgences sanitaires et à d'autres situations présentant un risque pour la santé (p. ex., les épisodes de smog) s'est améliorée, de même que leur capacité à en atténuer les conséquences. Cette amélioration est survenue en réponse à la demande pour une plus grande capacité d'intervention face aux risques pour la santé liés à diverses menaces environnementales. On a investi, tant à l'échelle locale qu'à l'échelle nationale, dans une foule de mesures de

santé publique, et le gouvernement travaille de pair avec ses partenaires non gouvernementaux à améliorer la coordination, la collaboration et la mise en commun d'informations dans le but d'accroître l'efficacité de la gestion de divers risques pour la santé.

La création de l'ASPC, ainsi que des investissements dans plusieurs fonctions et services de santé publique du Canada qui lui sont reliés, représentent un début de réponse à un nombre des préoccupations concernant la capacité actuelle de faire face à des urgences sanitaires. De plus, le nouveau Cadre national de gestion des situations d'urgence en santé et le Cadre d'action du secteur bénévole en cas de situations d'urgence en santé ont amélioré la capacité d'adaptation en proposant des structures de coordination qui faisaient défaut jusqu'alors et qui faciliteront la planification et la mise sur pied des interventions d'urgence au sein du gouvernement comme à l'extérieur.

Même si des lacunes demeurent sur le plan des connaissances quant aux risques et aux vulnérabilités, les investissements des divers paliers de gouvernement et des partenaires dans la recherche sur les répercussions et l'adaptation ont permis d'acquérir les connaissances de base sur lesquelles les décideurs du secteur de la santé publique peuvent s'appuyer pour élaborer des stratégies d'adaptation. Le secteur des soins de santé est bien organisé en ce qui a trait à la mise en commun d'informations sur l'adaptation aux changements climatiques, mais les chercheurs qui poursuivent des travaux sur cette question sont peu nombreux, et le financement accordé à leurs recherches est limité.

La plupart des provinces et des territoires ont déjà mis sur pied un plan d'action pour lutter contre les changements climatiques dans lequel la question d'adaptation est abordée, ou bien sont en voie de le faire. Le Québec, particulièrement, est bien avancé et a mis au point une gamme d'activités pour faire face aux risques pour la santé associés aux changements climatiques. Plusieurs provinces et territoires ont pris des mesures importantes pour que les communautés soient mieux préparées aux situations d'urgence et ont renforcé la réglementation concernant la qualité de l'eau potable. À l'échelle communautaire, plusieurs autorités locales ont élaboré des plans de lutte contre les changements climatiques ou des plans d'assainissement de l'air qui soutiennent et pilotent des programmes visant à réduire la pollution atmosphérique et les risques qu'elle représente pour la santé.

À l'heure actuelle, il est impossible d'évaluer à quel point les récentes améliorations apportées aux services de santé publique et de gestion des urgences ont protégé les Canadiens contre les effets du climat sur la santé : le fait que de nombreuses initiatives viennent tout juste de débuter, ajouté à la grande diversité des mesures entreprises, rend une telle analyse difficilement réalisable.

Les lacunes actuelles des mesures de santé publique et de gestion des urgences qui ne sont pas éventuellement remédiées, pourraient affecter de manière importante la capacité des Canadiens à planifier et à faire face aux répercussions des changements climatiques au Canada. La présence de lacunes dans les mesures d'adaptation en place et la capacité actuelle à protéger les citoyens contre les risques pour la santé liés aux changements climatiques au Canada s'avère particulièrement préoccupante si l'exposition à de tels risques est généralisée ou si l'exposition augmente de manière significative. Dans ce contexte, une exposition importante laisse supposer une plus grande vulnérabilité des individus et des collectivités, ce qui nécessite de plus grands efforts d'adaptation pour réduire les risques pour la santé liés aux changements climatiques. Selon Street et coll. (2005, p. 173) [traduction] « le fait que, présentement, les systèmes de santé publique utilisent leurs ressources à leur maximum et qu'ils éprouvent déjà des difficultés à faire face aux problèmes de santé émergents restreint leur capacité d'intervention face aux répercussions des phénomènes climatiques et météorologiques extrêmes ». Les effets cumulatifs à long terme, plus complexes, doivent aussi être considérés. On constate un besoin pressant de recherche concernant ce type d'effets sur la santé parce que plusieurs sont déclenchés par plus d'un facteur climatique ou indirectement induits par ceux-ci.

8.7 EXPOSITION AUX RISQUES POUR LA SANTÉ ASSOCIÉS AU CLIMAT

Dans les sections suivantes, on présente un bref résumé des chapitres antérieurs de la présente Évaluation et d'autres sources afin de mettre en évidence l'exposition potentielle, directe et indirecte, des Canadiens à divers risques liés au climat. On y trouve également des informations sur l'augmentation du degré d'exposition en raison des changements climatiques lorsque des données sont disponibles. Une vaste gamme de facteurs environnementaux et sociaux peuvent influer sur les expositions et sensibilités humaines à l'égard des risques pour la santé liés aux changements climatiques (Smit et Wandel, 2006). Bon nombre de ces facteurs diffèrent d'une région, voire d'une collectivité à l'autre. En conséquence, il faudrait réaliser des évaluations de la vulnérabilité à ces échelles pour obtenir les informations requises afin de mieux identifier, par priorité, les risques pour la santé et les mesures d'adaptation efficaces.

Les populations sont exposées à toute une gamme de risques liés aux changements climatiques

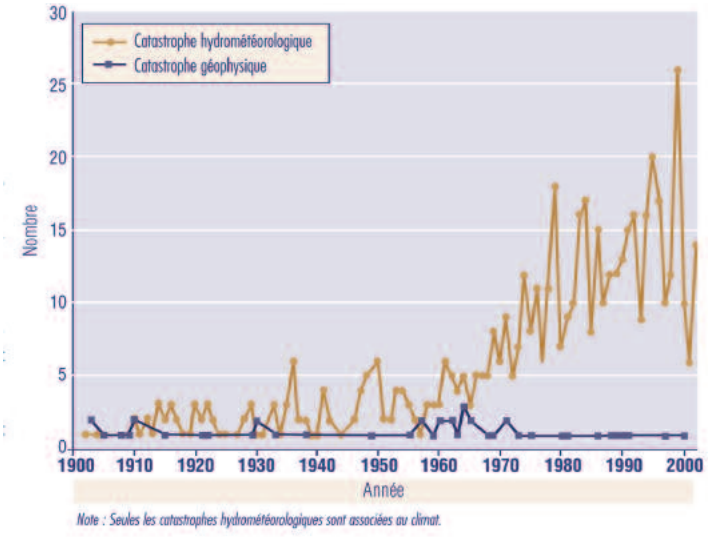
« Les changements climatiques contribuent actuellement à la charge mondiale de la maladie et aux décès prématurés (confiance très élevée). Les êtres humains sont exposés aux changements climatiques par leur exposition aux événements météorologiques (p. ex., des événements extrêmes plus intenses et plus fréquents) et indirectement à travers des modifications de la qualité de l'eau et de l'air, la quantité et la qualité de la nourriture, les écosystèmes, l'agriculture et l'économie. Dans les premiers stades, les effets sont d'importance restreinte, mais ils augmenteront, selon les projections, de façon progressive dans tous les pays et toutes les régions. »

Source : GIEC, 2007a, p. 43.

8.7.1 Dangers naturels

Les Canadiens sont nombreux à avoir déjà été exposés aux dangers naturels et à en ressentir les effets sur leur santé (p. ex., relocalisations). Le nombre total de Canadiens touchés par des catastrophes naturelles a augmenté, passant de 79 066 entre 1984 et 1993 à 578 238 entre 1994 et 2003. Des événements isolés peuvent exposer un grand nombre de personnes aux dangers. Par exemple, la tempête de verglas survenue en 1998 a touché 4 826 586 personnes, soit 66,9 % de la population du Québec. Dans la seule région de la Montérégie, la région la plus gravement touchée, le nombre total de personnes affectées s'élevait à 1 243 335 dont 128 960, ou 10,3 %, étaient des personnes de plus de 65 ans (Gutman, 2007). La figure 8.1 illustre l'augmentation du nombre de catastrophes naturelles au Canada au cours du dernier siècle.

Figure 8.1 Fréquence des catastrophes naturelles au Canada (1900 à 2002)



Source : Etkin et coll., 2004.

Certaines régions du Canada sont plus souvent touchées par des dangers naturels et événements météorologiques particuliers que d'autres. Ainsi, l'exposition potentielle à des dangers individuels varie considérablement d'un bout à l'autre du Canada, comme on serait en mesure de s'y attendre en raison de la taille du pays et des régimes climatiques variés, composants des écosystèmes et caractéristiques physiques qui y sont associés. Dans le tableau 8.2, on trouve la liste des régions du Canada les plus touchées par des catastrophes naturelles précises et autres événements météorologiques extrêmes.

Tableau 8.2 Régions du Canada touchées par des catastrophes naturelles

Catastrophe	Régions les plus touchées
Avalanches, glissements rocheux, de boue, de terrain, coulées de débris	Toutes les régions du Canada — en particulier les Rocheuses en Alberta, la Colombie-Britannique, le Yukon, le nord-est du Québec et le Labrador, la côte atlantique, le littoral des Grands Lacs et du St-Laurent
Températures extrêmes, vagues de chaleur	Toutes les régions du Canada — en particulier le corridor Québec-Windsor, les régions des Prairies, la Colombie-Britannique, la région Atlantique
Températures extrêmes, vagues de froid	Toutes les régions du Canada
Sécheresse	Les régions des Prairies sont les plus touchées D'autres régions du sud du Canada peuvent être à risque
Incendies de forêt	La plupart des provinces et territoires du Canada — plus particulièrement l'Ontario, le Québec, le Manitoba, la Saskatchewan, la Colombie-Britannique, les Territoires du Nord-Ouest et le Yukon
Orages, foudre, grêle, tornades, ouragans	Orages : plusieurs régions du Canada Foudre : régions de basses terres du sud du Canada Tornades : Nouvelle-Écosse, Ontario, Québec, Manitoba, Saskatchewan, Alberta Ouragans : est du Canada, plus particulièrement les provinces de l'Atlantique Tempêtes de grêle : sud de la Saskatchewan, sud et nord-ouest de l'Alberta, sud-ouest de la région intérieure de la Colombie-Britannique, phénomène moins fréquent en Ontario et au Québec
Inondations	Grande partie des régions habitées du Canada : plus particulièrement le Nouveau-Brunswick, le sud de l'Ontario, le sud du Québec, le Manitoba

Nota : Les données de ce tableau proviennent du chapitre 3, Vulnérabilités aux risques naturels et aux conditions météorologiques extrêmes, qui présente une analyse des informations tirées de la Base de données canadienne sur les désastres. Le tableau comporte des renseignements tirés de la base de données qui illustrent les régions où ces événements se sont le plus souvent produits par le passé. Des risques pour la santé issus de dangers naturels peuvent exister dans des régions où on n'a recensé aucun « désastre » (voir catastrophe), ainsi ce tableau sous-estime l'exposition réelle des Canadiens de l'ensemble du pays à ces types d'événements.

Ce tableau montre que toutes les provinces et tous les territoires canadiens ont déjà été touchés par des catastrophes. Certaines catastrophes, comme les inondations ou les vagues de froid, sont survenues dans des collectivités de l'ensemble du pays tandis que d'autres, comme les ouragans, ne représentent une menace que pour quelques régions. On observe également que certains événements, les vagues de chaleur par exemple, menacent principalement les centres urbains très densément peuplés (p. ex., Toronto, Montréal) tandis que d'autres, comme les incendies de forêt et les avalanches, ont plutôt tendance à affecter des collectivités plus éloignées et moins densément peuplées, malgré les répercussions des incendies de forêt sur la qualité de l'air qui peuvent avoir une portée beaucoup plus grande. Il est aussi important de souligner que certaines régions et collectivités peuvent être menacées par plus d'un type de catastrophe. Les individus habitant les collectivités des Prairies, par exemple, pourraient être frappées par divers dangers : vagues de chaleur, vagues de froid, inondations, sécheresses,

orages, tempêtes de grêle et tornades. Cette information est importante du point de vue de la santé publique, compte tenu de la possibilité des risques cumulatifs pour la santé découlant d'événements météorologiques extrêmes pouvant survenir rapidement l'un après l'autre. L'exposition des Canadiens aux dangers climatiques en fonction des régions et de la population est élevée.

Tempêtes de pluies abondantes en Colombie-Britannique

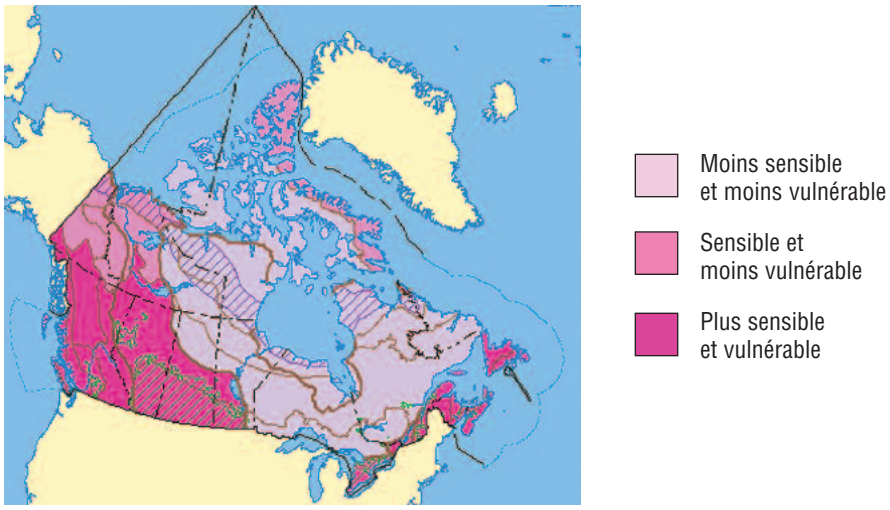
En novembre 2006, la Colombie-Britannique a été frappée par des pluies abondantes. La province a reçu tellement de pluie que les rivières de la région du Lower Mainland, de la côte sud de la province et de la partie sud de l'île de Vancouver sont montées jusque près du niveau de débordement. De fortes pluies ont provoqué des glissements de boue, de l'emportement par les eaux et des inondations. Huit collectivités et 200 000 personnes ont été privées de courant lorsque les lignes électriques ont été endommagées par une tempête. Les glissements de boue causés par les pluies abondantes ont contaminé les sources d'eau potable. Par conséquence, deux millions de résidants ont été avisés de faire bouillir leur eau faisant de cet avis d'ébullition, le plus important du genre de toute l'histoire du Canada. L'avis est demeuré en vigueur pendant 10 jours pour près d'un million de personnes (Environnement Canada, 2007b).

Selon les prévisions actuelles concernant les changements climatiques, la fréquence et l'intensité de certains dangers naturels devraient croître au Canada. Des phénomènes météorologiques extrêmes plus fréquents qui menacent des collectivités ayant une expérience limitée de tels événements (p. ex., vagues de chaleur plus fréquentes) signifient une plus grande exposition aux risques potentiels pour la santé en l'absence de mesures d'adaptation efficaces (p. ex., mesures d'atténuation des inondations, mesures d'atténuation de l'effet d'îlot thermique urbain, réductions accrues des émissions de polluants atmosphériques). Pour illustrer dans quelle mesure le degré d'exposition des Canadiens pourrait changer à l'avenir, des prévisions concernant l'augmentation des inondations et les incendies de forêt dans un contexte de changements climatiques sont décrites aux sections 8.7.1.1 et 8.7.1.2, respectivement.

8.7.1.1 Inondations

Les inondations sont le type de catastrophe le plus souvent recensé au Canada (Tudor, 1997). Avec les changements climatiques, il est fort probable que des pluies abondantes seront de plus en plus fréquentes et il est probable que les cyclones tropicaux (typhons et ouragans) deviendront de plus en plus intenses, avec des vitesses de pointe du vent plus fortes et des précipitations plus abondantes (GIEC, 2007b). Une augmentation de la fréquence et de l'ampleur des inondations accroîtrait les dangers pour les structures, les bâtiments et la population (RNCan, 2000). La figure 8.2 illustre la sensibilité des régions fluviales aux changements climatiques prévus pour le Canada. Parmi les régions les plus sensibles, on compte la côte de l'Atlantique et les régions des Grands Lacs et de la vallée du Saint-Laurent, parce que les tempêtes de pluie plus intenses (plutôt que la fonte de la neige) y seraient le principal facteur des inondations. Les petits cours d'eau en région urbaine pourraient particulièrement poser des problèmes aux collectivités et à leurs citoyens. Il y aurait aussi probablement une intensification du débit des cours d'eau dans le sud de la Cordillère et sur les versants orientaux des Rocheuses. Cette situation aurait un effet sur les grands cours d'eau des Prairies, alors que les plus petits seraient susceptibles de débordements attribuables à l'accroissement de l'activité orageuse (Atlas du Canada, 2007b).

Figure 8.2 Sensibilité des régions fluviales aux changements climatiques

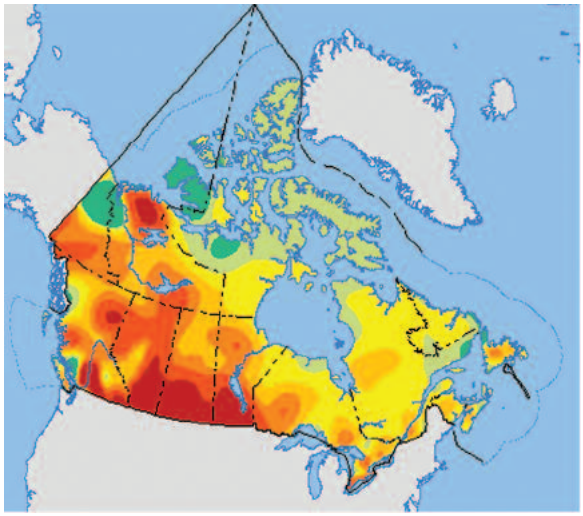


Source : Atlas du Canada, 2007b.

8.7.1.2 Incendies de forêt

Chaque année, on compte environ 9 000 incendies de forêt au Canada. En moyenne, 2,1 millions d'hectares de forêt sont brûlés chaque année, et presque entièrement dans la forêt boréale (Nugent, 2002). En utilisant quatre modèles de circulation générale (MCG) pour faire une projection des niveaux de risques d'incendies de forêt au Canada dans un climat en réchauffement, on a constaté des augmentations de la superficie à risque extrême et un allongement de la saison des incendies (RNCan, 2000). La figure 8.3 présente, pour l'ensemble du Canada, les projections de gravité saisonnières quant aux dangers d'incendies durant la période 2050 à 2059, et pour un climat où il y aurait deux fois plus de dioxyde de carbone (CO_2) (selon le MCG canadien). On projette que les régions présentant une haute cote de gravité s'étendent au centre et au nord des Prairies, au nord-est de la Colombie-Britannique et au centre-sud du Yukon (Atlas du Canada, 2007a).

Figure 8.3 Cotes de gravité des feux de forêt (2050 à 2059)



Source : Atlas du Canada, 2007a.

Nota : L'indice d'intensité saisonnier, qui est une mesure des risques d'incendie pendant une saison des feux complète, s'exprime au moyen d'une échelle relative, les valeurs supérieures à 6 étant extrêmes.

8.7.2 Maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs

Les Canadiens sont actuellement exposés à des maladies infectieuses qui sont sensibles à diverses conditions météorologiques et au climat. Le chapitre 5, Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs, rapporte que de nombreux Canadiens, plus particulièrement les jeunes et les personnes âgées, sont atteints chaque année de maladies gastro-intestinales. Une partie de ce fardeau des maladies est d'origine hydrique, mais il est impossible d'évaluer précisément son importance pour le moment (Charron et coll., 2005). Les éclosions de maladies d'origine hydrique ont été associées à *E. coli* O157: H7, *Campylobacter,* parfois *Shigella* et à d'autres agents pathogènes (Levy et coll., 1998; Lee et coll., 2002; Oliver et coll., 2003; Charron et coll., 2004; Schuster et coll., 2005). *E. coli, Campylobacter* et *Salmonella* sont les agents pathogènes d'origine alimentaire les plus communs au Canada (ASPC, 2003).

En 2001, le virus du Nil occidental, une maladie transmise par les moustiques, a été détecté pour la première fois au Canada chez des oiseaux infectés (Pepperell et coll., 2003). Depuis, la maladie s'est propagée rapidement et a été documentée dans tout le territoire canadien, à l'exception de la Colombie-Britannique, de Terre-Neuve-et-Labrador, du Yukon, du Nunavut et des Territoires du Nord-Ouest. Plus de 1 800 cas ont été recensés chez les humains au Canada de 2002 à 2005, dont 46 décès. Les cas recensés se concentrent dans des régions urbaines et semi-urbaines du sud du Québec, du sud de l'Ontario et dans les populations rurales des Prairies (Pepperell et coll., 2003; Gaulin et coll., 2004).

La maladie le Lyme n'est pas très présente au Canada, même si le vecteur *Ixodes pacificus* est répandu en Colombie-Britannique. De plus, on trouve des populations de *I. scapularis* dans la région sud-est de la Nouvelle-Écosse, dans le sud de l'Ontario et dans le sud-est du Manitoba (Barker et Lindsay, 2000; Ogden et coll., 2005).

Le syndrome pulmonaire dû à l'hantavirus est une maladie rare au Canada, seuls 36 cas ont été signalés entre 1989 et 2001 (Drebot et coll., 2000). Tous les cas recensés proviennent des provinces de l'Ouest canadien – Colombie-Britannique, Alberta, Saskatchewan et Manitoba – à l'exception d'un seul cas signalé au Québec (Weir, 2005). Toutefois, la présence de souris infectées dans l'ensemble du Canada porte à croire que l'exposition à cette maladie existe dans l'ensemble du pays (Drebot et coll., 2000).

On s'attend à ce que les changements climatiques accroissent l'exposition des Canadiens à plusieurs maladies infectieuses qui sont transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs. Les conditions météorologiques ont été associées à diverses épidémies de maladies d'origine hydrique au Canada[22]. Les changements climatiques peuvent aussi accroître les risques de maladies transmises par les vecteurs par divers mécanismes, notamment, des changements dans le mode de vie et les activités des individus modifiant ainsi leur degré d'exposition à ces vecteurs (p. ex., plus d'occasions pour le camping), et la création de nouveaux habitats favorisant l'établissement des vecteurs là où ils ne pouvaient pas survivre auparavant. Par exemple, les changements climatiques pourraient entraîner une hausse des températures ambiantes, ce qui, à son tour, réduira les cycles biologiques des tiques, créera des conditions plus favorables à la recherche de l'hôte et augmentera ainsi le taux de survie des tiques (Ogden et coll., 2004, 2005). Au Canada, le risque de contracter la maladie de Lyme serait donc accru.

22 Voir le chapitre 5, Répercussions des changements climatiques sur les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs, pour de plus amples renseignements.

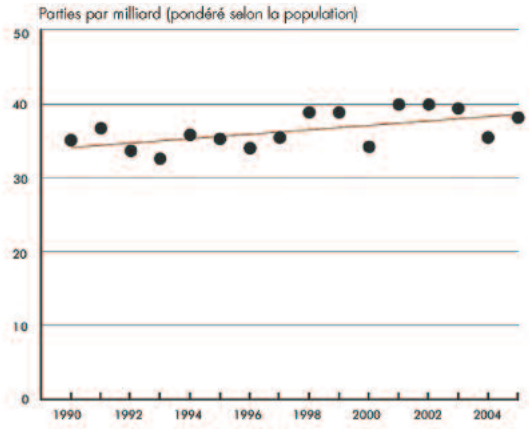
Les modifications de l'intensité et de la distribution mondiale des maladies associées aux changements climatiques pourraient accroître l'exposition des voyageurs canadiens à ces maladies. Avec la résurgence du paludisme endémique dans le monde, l'accroissement de la résistance aux médicaments antipaludiques et l'augmentation du nombre de voyageurs internationaux, des milliers de cas de paludisme sont importés en Europe et en Amérique du Nord chaque année, dont certains sont à l'origine de la transmission de la maladie par des moustiques indigènes (Fayer, 2000). Chaque année, plusieurs centaines de cas de paludisme sont importés au Canada (MacLean et coll., 2004).

8.7.3 Pollution atmosphérique et vagues de chaleur accablante

8.7.3.1 Pollution atmosphérique

Beaucoup de Canadiens sont exposés à la pollution atmosphérique, plus particulièrement au smog. Le gouvernement du Canada a estimé en 2005 que, chaque année, la pollution atmosphérique cause 5 900 décès prématurés dans huit villes canadiennes (Santé Canada, 2005b). Les estimations de mortalité calculées par l'Association médicale de l'Ontario donnent des résultats semblables; toutefois, l'Association estime également que la pollution atmosphérique est associée à environ 17 000 admissions à l'hôpital et à 60 000 visites aux salles d'urgence en Ontario (Association médicale de l'Ontario, 2005). La prévalence des maladies causées ou aggravées par la pollution atmosphérique, les maladies cardiovasculaires et respiratoires par exemple, augmentera avec le vieillissement de la population (Santé Canada, 2005b). Les personnes souffrant de diabète, d'asthme, d'emphysème, de maladies cardiaques et du système circulatoire sont plus à risque les jours où le taux de pollution de l'air est élevé. Ainsi, plus le nombre de Canadiens présentant des affections préexistantes sera élevé, plus le nombre de décès, d'hospitalisation et de visites aux salles d'urgence associés à la pollution atmosphérique augmentera. Les épisodes caractérisées par des niveaux de smog élevés sont plus fréquentes dans trois grandes régions canadiennes : la partie sud de la région de l'Atlantique; le corridor Windsor-Québec et la vallée du bas Fraser en Colombie-Britannique (Nugent, 2002). L'exposition actuelle au smog est importante; ces régions populeuses réunies représentent une importante partie de la population canadienne.

Figure 8.4 Indicateur d'exposition à l'ozone troposphérique, Canada (1990 à 2005)



Nota : La ligne de tendance représente un taux de changement moyen de 0,8 % par année. Entre 1990 et 2005, l'indicateur montre une augmentation statistiquement significative de 12 % (plus ou moins 10 points de pourcentage, donnant lieu à une augmentation de 2 à 22 %, à un niveau de confiance de 90 %). Les données ambiantes proviennent de 76 stations de surveillance.

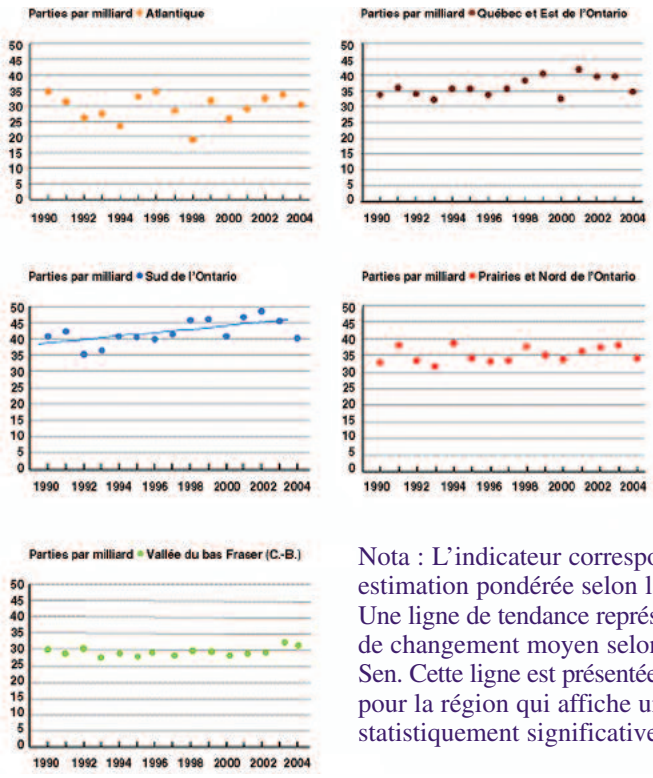
Source : Gouvernement du Canada, 2007.

La figure 8.4 illustre l'augmentation de la concentration moyenne nationale saisonnière d'ozone troposphérique entre 1990 et 2005. On observe une variation selon les régions; les concentrations les plus élevées et les augmentations les plus constantes ont été observées dans le sud de l'Ontario. Dans cette région où habite 30 % de la population canadienne, les concentrations d'ozone ont connu une hausse de 17 % de 1990 à 2005. En Alberta et dans le sud du Québec, on a aussi relevé des concentrations d'ozone plus élevées. Les concentrations dans le sud du Québec ont crû de

15 % au cours de cette période (Gouvernement du Canada, 2007). Entre 1990 et 2004, les concentrations de NOx et de composés organiques volatils (COV) dans les zones urbaines ont diminué, probablement en raison de l'amélioration de la qualité des carburants et des technologies antipollution sur les véhicules routiers (Gouvernement du Canada, 2006).

Le réchauffement de l'atmosphère du globe induira probablement des changements du régime des précipitations, de la couverture nuageuse, de la vapeur d'eau, de la direction et vitesse des vents, ce qui pourrait avoir une incidence sur la formation des polluants atmosphériques dans l'environnement[23]. Le GIEC (2007a) prévoit une hausse des concentrations ambiantes d'ozone au-dessus de l'Amérique du Nord. Les résultats des modélisations présentés au chapitre 4, Qualité de l'air, changements climatiques et santé, suggèrent qu'un réchauffement de 4 °C associé aux changements climatiques, sans aucun autre changement du climat ou des émissions, se traduirait par une augmentation des concentrations d'ozone et des effets sur la santé. Des augmentations plus importantes devraient être observées dans le corridor Windsor-Québec et dans les régions de Calgary, Edmonton, Fort McMurray et Vancouver. La figure 8.5 illustre les variations régionales actuelles des tendances de l'ozone.

Figure 8.5 Indicateur d'ozone troposphérique par région (1990 à 2004)



Nota : L'indicateur correspond à une estimation pondérée selon la population. Une ligne de tendance représente le taux de changement moyen selon la méthode Sen. Cette ligne est présentée seulement pour la région qui affiche une tendance statistiquement significative.

Source : Gouvernement du Canada, 2006.

8.7.3.2 Périodes de chaleur accablante

Même si les admissions à l'hôpital et les décès liés à la chaleur accablante n'ont pas fait l'objet d'études approfondies au Canada, les médias ont rapporté au cours des dernières années de nombreux cas de personnes souffrant des effets de vagues de chaleur et du smog dans les villes du sud du Canada. Cela a été particulièrement le cas à l'été 2005 (Canadian Broadcasting Corporation (CBC) News, 2005). D'après les enregistrements historiques, les « jours chauds »

23 Voir le chapitre 4, Qualité de l'air, changements climatiques et santé, pour plus de renseignements.

(températures d'au moins 30 °C) surviennent selon un cycle plus ou moins régulier dans la plupart des régions du sud du Canada. À l'échelle régionale, c'est surtout dans le sud de l'Ontario et du Québec qu'on recense le plus grand nombre de jours chauds, même si de tels événements peuvent également survenir dans les villes des Prairies et de l'intérieur de la Colombie-Britannique. Le tableau 8.3 illustre la tendance régionale des jours chauds et l'augmentation considérable des températures observées en 2002, comparativement à la normale historique (1961 – 1991). Au début d'août 2002, une vague de chaleur accablante a fracassé tous les records dans l'est des Prairies; Winnipeg a enregistré 10 jours de chaleur accablante, dont sept jours consécutifs; Regina en a enregistré 11 consécutifs; et Val Marie a connu 16 jours consécutifs de plus de 30 °C.

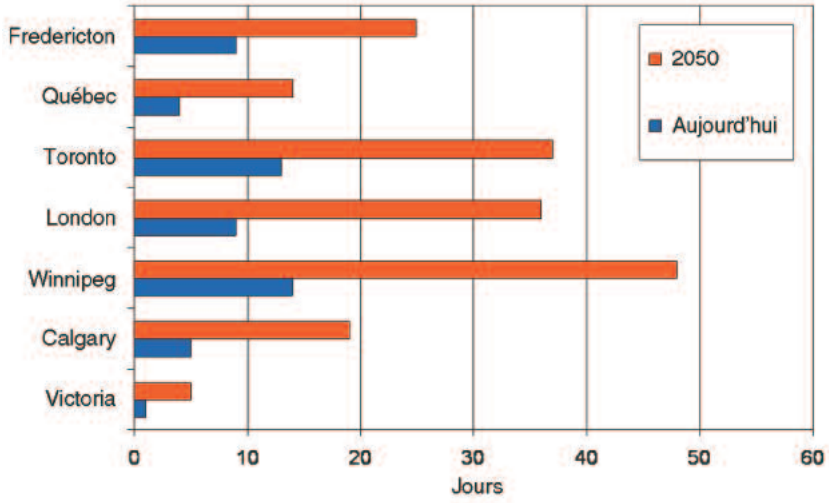
Tableau 8.3 Nombre de « jours chauds » au-dessus des normales (température d'au moins 30 °C) observés dans certaines villes du Canada (2002)

Ville	Nombre de jours chauds observés	Normale
Vancouver	0	non disponible
Calgary	10	5
Saskatoon	17	12
London	23	9
Toronto	34	14
Ottawa	20	11
Montréal	14	10
Moncton	7	5

Source : Environnement Canada, 2002.

Malgré les incertitudes entourant les scénarios des changements climatiques, le niveau de confiance est très élevé en ce qui a trait aux projections des températures. Selon le GIEC, il est très probable que la chaleur accablante et les vagues de chaleur seront de plus en plus fréquentes (GIEC, 2007b). Selon une récente étude de Cheng et coll. (2005), le nombre de jours dans le centre-sud du Canada où les températures atteignent au moins 30 °C à 15 h pourrait plus que doubler d'ici 2050 et tripler (voire quadrupler, dans certains cas) d'ici 2080. Les estimations prévoient même des augmentations plus importantes dans d'autres villes du pays d'ici 2050. La figure 8.6 illustre le nombre de jours chauds actuel et projeté au-dessus de 30 °C pour certaines villes canadiennes. Dans le contexte des changements climatiques, on prévoit des épisodes plus fréquentes de chaleur accablante, donc une exposition considérablement accrue dans l'avenir, occasionnant ainsi des risques plus élevés pour la santé pour un plus grand nombre de Canadiens habitant dans les principaux centres urbains.

Figure 8.6 Nombre actuel et projeté de jours chauds (au-dessus de 30 °C) pour certaines villes canadiennes

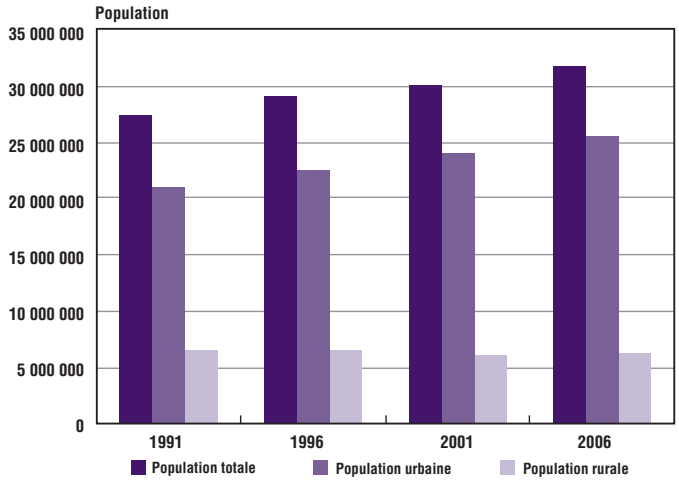


Source : Hengeveld et coll., 2005.

8.7.4 Accroissement de la population

En l'absence de mesures d'adaptation accrues, l'exposition aux risques pour la santé liés au climat augmentera avec la croissance de la population canadienne au cours des cinquante prochaines années. En 2004, la population canadienne atteignait un peu moins de 32 millions de personnes, dont près de 80 % habitaient dans des collectivités urbaines (Statistique Canada, 2006). De 1991 à 2006, la population urbaine a augmenté de 21 % tandis que la population rurale a chuté de 2 % (Gouvernement du Canada, 2007). La figure 8.7 illustre les changements dans les populations urbaine et rurale au Canada de 1991 à 2006.

Figure 8.7 Population urbaine, rurale et totale, Canada (1991 à 2006)



Source : Gouvernement du Canada, 2007.

Selon le scénario de croissance moyenne, la population du Canada pourrait franchir la barre des 40 millions à la fin des années 2030, et la tendance vers l'urbanisation continuera de croître. Selon ce scénario, la population atteindrait 39 millions en 2031 et environ 42,5 millions en 2056 (Statistique Canada, 2005a). Plus le nombre de personnes habitant dans les grands centres urbains sera élevé, plus le nombre de personnes exposées à des risques pour la santé, comme ceux liés à des effets d'îlot de chaleur urbain plus intenses, pourrait être élevé.

8.8 SENSIBILITÉ DE LA POPULATION

Les lacunes dans la capacité de protéger la santé humaine des changements climatiques sont aussi préoccupantes, particulièrement si une large partie de la population est très sensible à ces effets. Plus le degré de sensibilité sera élevé, plus les personnes et collectivités seront vulnérables face aux répercussions des changements climatiques sur la santé. Dans un tel contexte, il faudra déployer davantage d'efforts d'adaptation.

Tous les Canadiens sont sensibles à certains effets pour la santé attribuables aux changements climatiques. Les dangers naturels, la chaleur accablante, la pollution atmosphérique et les pathogènes transmis par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs lesquels peuvent tous être intensifiées par les changements climatiques, peuvent affecter la santé des Canadiens de toutes les régions du pays. Toutefois, certains groupes, notamment, les nourrissons et les enfants, les personnes âgées et les personnes déjà aux prises avec des problèmes de santé, peuvent être plus affectés en raison de leurs caractéristiques physiologiques particulières (Santé Canada, 2005a). La sensibilité d'un individu dépend aussi de l'ampleur des dangers inhérents aux changements environnementaux. Certaines personnes peu sensibles à des changements légers peuvent réagir fortement à des événements climatiques répétés et violents (Santé Canada, 2005a). La sensibilité est aussi étroitement liée à l'exposition; si une personne est souvent exposée, sa sensibilité pourrait s'en trouver accrue. La présente section passe en revue les données sur la sensibilité de groupes au sein de la population et examine les projections des augmentations, lorsque des données sont disponibles[24]. La distribution de ces populations au Canada, ainsi que les divers attributs qui sous-tendent la vulnérabilité peuvent varier grandement. Des recherches futures sur la distribution et les caractéristiques des populations très sensibles à l'échelle régionale et communautaire contribueraient à réduire les risques posés à la santé par les changements climatiques au Canada.

8.8.1 Personnes âgées

Les populations considérées très sensibles aux effets sur la santé des changements climatiques représentent une importante partie de la population canadienne. Les personnes âgées (65 ans et plus) représentaient 13 % de la population canadienne en 2005 (Statistique Canada, 2007). Ce groupe a révélé être plus sensible que le reste de la population aux maladies à transmission vectorielle (Santé Canada, 2005a), à la contamination par l'eau et les aliments (Santé Canada, 2005b), à la pollution atmosphérique (Santé Canada, 2003a) et aux vagues de chaleur (Kovats et Jendritzky, 2006; GIEC, 2007a). Bon nombre des facteurs qui augmentent la sensibilité aux vagues de chaleur sont plus prononcés au sein de cette cohorte. Les facteurs de risque de maladies ou décès attribuables à la chaleur sont liés aux éléments suivants (Kovats et Koppe, 2005) :

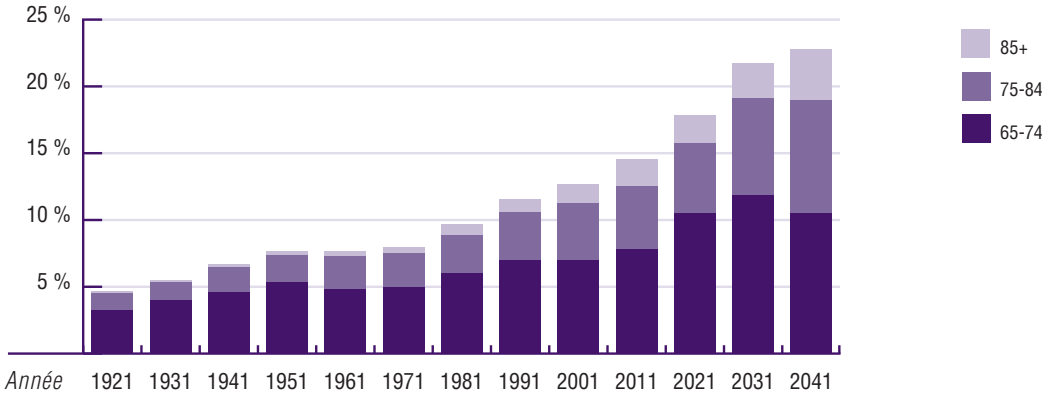
- l'âge;
- les affections préexistantes — principalement les maladies respiratoires chroniques ou cardiovasculaires;
- les facteurs sociaux (p. ex., personnes habitant seules);
- la consommation de certains médicaments (p. ex., phénothiazines, antidépresseurs, diurétiques);
- le déficit cognitif (p. ex., démence);
- le logement (p. ex., type d'immeuble, étages supérieurs);
- la présence et utilisation de climatiseur dans les résidences ou établissements résidentiels; et
- l'activité physique — efforts trop intenses ou inactivité.

24 Voir le chapitre 7, Les effets des changements climatiques sur la santé dans le Nord canadien, pour une description des facteurs à la base de la sensibilité et de la vulnérabilité des Autochtones du Canada vivants dans le Nord. Le présent chapitre ne fait pas l'analyse des populations démunies sur le plan social, handicapées et immigrantes du Canada, qui pourra faire l'objet d'évaluations plus approfondies.

Durant la vague de chaleur accablante qui a touché l'Europe en 2003, 70 % des 14 800 personnes décédées en surnombre en France étaient âgées de plus de 75 ans (Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge, 2004).

Les aînés constituent le groupe de population qui croît le plus rapidement au Canada. Les projections indiquent que le vieillissement de la population, qui a déjà commencé, va s'accélérer à partir de 2011, quand la première cohorte des « baby-boomers », nés en 1946, atteindra l'âge de 65 ans. Ce vieillissement rapide devrait se poursuivre jusqu'en 2031, au moment où les aînés représenteraient entre 23 et 25 % de la population totale, soit de 8,9 à 9,4 millions de personnes (Statistique Canada, 2007). La figure 8.8 illustre la population d'aînés par tranches d'âge, en pourcentage de la population canadienne totale, de 1921 à 2041. Parmi les aînés du Canada, la population la plus âgée affiche la croissance la plus rapide. En 2001, plus de 430 000 Canadiens avaient plus de 85 ans, soit plus du double par rapport à 1981 et vingt fois plus qu'en 1921 (Santé Canada, 2002b). Le nombre de Canadiens de 85 ans va presque doubler, passant de 500 000 en 2006 à environ 900 000 en 2026 (Statistique Canada, 2007).

Figure 8.8 Aînés par groupes d'âge, en % de la population totale, Canada (1921 à 2041)



Source : Gouvernement du Canada, 2002

En 2003, plus de 14 millions de Canadiens se sont présentés dans les services d'urgence du pays. Les enfants en bas âge et les personnes âgées comptent pour le plus grand nombre de visites. Dans le cas des personnes de plus de 85 ans, 44 % ont visité un service d'urgence en Ontario en 2003 – 2004 (ICIS, 2005). En 2003, les personnes âgées représentaient le tiers de toutes les hospitalisations de courte durée et près de 50 % des journées d'hospitalisation (Rotermann, 2006). La hausse prévue des maladies et décès attribuables aux changements climatiques exercera une plus forte pression sur la capacité des établissements existants, comme les hôpitaux, les refuges et les établissements de soins (Institut de recherche sur la santé des populations, 2002; Carty et coll., 2004; Riedel, 2004). Par exemple, aux États-Unis, même avec les systèmes d'alerte-chaleur en place, on s'attend à un plus grand nombre d'épisodes de chaleur accablante, ce qui augmentera la demande pour les services médicaux d'urgence et le nombre de visites aux urgences (U.S. EPA et coll., 2006). Selon les prévisions qui indiquent une augmentation du nombre d'épisodes de chaleur intense dans les villes canadiennes, les services d'urgence et de soins de santé des collectivités canadiennes feront probablement eux aussi face à des pressions semblables.

8.8.2 Enfants

Dans le domaine de la santé environnementale, l'expression « enfant » désigne la période qui débute au moment de la conception jusqu'à 19 ans. Cette période se compose de phases définies durant lesquelles les principales vulnérabilités et sensibilités sont liées aux phases de développement et de comportement. Les jeunes enfants et les fœtus en développement sont plus sensibles aux nombreux effets sur la santé des changements et de la variabilité du climat (p. ex., stress thermique,

maladie respiratoire due à la pollution atmosphérique, maladies d'origine hydrique). Les jeunes enfants sont plus exposés à ces risques pour les raisons suivantes : ils ont l'habitude de porter des objets à leur bouche, ils se trouvent plus près du sol (là où la saleté et les agents pathogènes sont concentrés), ils respirent une plus grande quantité d'air, et consomment plus d'eau et davantage de certains aliments en relation avec leur masse, ils présentent un rapport surface corporelle/masse corporelle élevé et un risque élevé d'expositions cumulatives en raison de leur longue espérance de vie (Carty et coll., 2004; Santé Canada, 2005c). Les enfants de quatre ans et moins représentaient 5,3 % de la population canadienne en 2005, soit près de 1,8 million de personnes (Statistique Canada, 2005a). Toutefois, d'ici 2031, la proportion d'enfants de moins de 4 ans devrait diminuer pour représenter 4,6 % de la population (Statistique Canada, 2005a). Il est aussi important de souligner que la proportion d'enfants peut varier considérablement selon les différents groupes de population. Par exemple, les enfants âgés de moins de 14 ans représentent le tiers de la population autochtone, comparativement à 19 % parmi la population non autochtone (Statistique Canada, 2003b). Cela peut avoir une influence sur le type et la prestation des programmes qui pourraient s'avérer nécessaires pour protéger les enfants des dangers reliés au climat.

Il est important de déterminer dans quelle mesure les expositions durant l'enfance peuvent avoir une incidence sur la santé à l'âge adulte; certains effets peuvent ne pas être immédiats et plusieurs ne se manifestent qu'après plusieurs années. Par exemple, les effets de l'exposition aux rayons UV sont cumulatifs; les études montrent que les personnes qui ont subi des coups de soleil fréquents et graves dans leur jeunesse risquent davantage de développer un mélanome (Santé Canada, 2006d). Réduire l'exposition des enfants aux dangers environnementaux reliés au climat pourrait contribuer à réduire les coûts des soins de santé futurs pour les adultes et la population vieillissante.

Les enfants dépendent souvent des mesures sociales et de la protection parentale pour prévenir leur exposition aux risques climatiques. Comme les nourrissons et les enfants dépendent de la protection des parents ou gardiens, ces derniers doivent être conscients des risques sur la santé et des mesures disponibles visant à les atténuer. Les enfants plus âgés doivent aussi être informés des pratiques de protection appropriées afin d'être en mesure de se protéger eux-mêmes.

8.8.3 Personnes souffrant de maladies

Les personnes souffrant d'une maladie chronique peuvent être plus sensibles aux maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs, ainsi qu'aux périodes de smog ou de chaleur accablante (Santé Canada, 2005a). Les maladies chroniques qui augmentent la sensibilité des individus comprennent : le cancer, les maladies cardiovasculaires (cardiopathie et accident cérébrovasculaire), maladie mentale, diabète, asthme et maladie pulmonaire obstructive chronique.

Les maladies chroniques sont au nombre des problèmes de santé les plus courants et les plus coûteux auxquels font face les Canadiens (ASPC, 2007b). En 2003, 5,7 % des adultes canadiens, et près d'une personne âgée de plus de 70 ans sur quatre, ont déclaré souffrir de problèmes cardiaques (Fondation des maladies du cœur du Canada, 2003). La prévalence du diabète chez les adultes canadiens s'établissait à 5,1 % en 2000 (Santé Canada, 2003c). En 2001, environ trois millions de Canadiens, soit 10 % de la population, étaient atteints de l'une des cinq maladies

respiratoires graves que sont l'asthme, la maladie pulmonaire obstructive chronique, le cancer du poumon, la tuberculose et la fibrose kystique (ICIS, 2006a). À lui seul, l'asthme affectait 8,5 % des Canadiens de 12 ans et plus en 2003 (Statistique Canada, 2005b). De nombreuses maladies chroniques se manifestent davantage chez les Canadiens de 65 ans et plus, et certains Canadiens peuvent être atteints de plus d'une maladie chronique en même temps.

Toutefois, les Canadiens plus jeunes peuvent eux aussi souffrir de maladies chroniques, ce qui contribue à l'augmentation du nombre de personnes sensibles aux effets des changements et de la variabilité du climat. Par exemple, tandis que 13 % des personnes âgées (65 ans et plus) étaient atteintes de diabète en 2000, cette maladie affectait aussi 9 % des personnes de 55 à 64 ans et 4 % des personnes de 45 à 54 ans (Statistique Canada, 2007).

Puisque de nombreuses maladies respiratoires affectent les adultes de plus de 65 ans, on peut s'attendre à ce que le nombre de personnes atteintes d'une de ces maladies augmente avec le vieillissement de la population. La prévalence d'asthme autodéclaré est en hausse (Statistique Canada, 2007). Le nombre de décès et de Canadiens atteints de maladies cardiovasculaires augmentera vraisemblablement à mesure que la population vieillira. Les Canadiens présentent un risque élevé de développer une maladie cardiovasculaire. Huit personnes sur 10 affichent au moins un des facteurs de risques suivants : tabagisme, sédentarité, excès de poids, hypertension artérielle ou diabète[25]. Un Canadien sur dix présente trois facteurs de risque ou plus. Ainsi, le fardeau des maladies cardiovasculaires continuera de s'alourdir pendant de nombreuses années encore.

On prévoit que le cancer sera la principale cause de décès au Canada au cours des prochaines années. Le nombre de nouveaux cas de cancer diagnostiqués devrait doubler entre 2004 et 2020 avec l'augmentation et le vieillissement de la population (Santé Canada, 2004a). La diminution du tabagisme chez les Canadiens au cours des vingt-cinq dernières années a entraîné des diminutions importantes du cancer du poumon chez les hommes, mais pas assez de temps s'est écoulé pour que l'on commence à observer une diminution des taux de cancer du poumon chez les femmes. Les habitudes alimentaires des Canadiens se sont améliorées (ces derniers consomment plus de fruits et de légumes), ce qui a entraîné une diminution des taux de cancer du tube digestif. Toutefois, les taux d'obésité sont en hausse (Statistique Canada, 2007), ce qui contribue à l'augmentation d'autres types de cancers (Santé Canada, 2004a).

L'impact du climat sur la qualité de vie des personnes atteintes de maladies chroniques n'est pas encore bien défini. Il faut poursuivre les recherches afin de mieux comprendre les effets des changements climatiques sur certaines de ces maladies et les mesures de santé publique et les traitements médicaux disponibles pour réduire les répercussions sur la santé. Les décideurs qui sont chargés d'établir les normes et les pratiques dans les établissements de soins de santé et les hôpitaux devront planifier non seulement en tenant compte des changements démographiques et de l'incidence de ces maladies mais aussi des facteurs climatiques pouvant aggraver les symptômes ou causer des maladies au sein de la population.

25 Selon une récente étude sur le taux de diabète en Ontario, le pourcentage de personnes atteintes de cette maladie augmente plus rapidement que prévu. Environ 8,8 % des Ontariens de plus de 20 ans étaient diabétiques en 2005 — ce taux dépasse les 8,4 % prévus par l'OMS pour 2030 dans les pays industrialisés comme le Canada (CBC News, 2007).

8.9 PRINCIPALES CONCLUSIONS : LA VULNÉRABILITÉ DES CANADIENS

Dans l'état actuel des choses, les Canadiens sont vulnérables aux risques pour la santé associés au climat.

L'analyse présentée dans ce chapitre laisse entendre que les Canadiens sont vulnérables aux risques pour la santé associés au climat. Cette situation est due à la sensibilité de certains groupes parmi la population, à une exposition généralisée aux dangers liés au climat, ainsi qu'aux lacunes quant aux mesures d'adaptation en place et aux capacités actuelles à gérer les risques. À l'égard des dangers naturels, la vulnérabilité du Canada a augmenté en raison de la croissance démographique, de l'urbanisation, du vieillissement de la population et des infrastructures, de la dégradation croissante de l'environnement et d'une dépendance excessive aux technologies (Environnement Canada, 2003). Ainsi que l'ont souligné Etkin et coll. (2004, p. i), [traduction] « les Canadiens pourraient ou devraient être moins vulnérables aux dangers naturels qu'ils ne le sont ».

Les effets combinés des tendances prévues pour le Canada relativement à la santé, à la démographie et au climat devraient provoquer, en l'absence de mesures d'adaptation efficaces, une hausse ultérieure de la vulnérabilité des Canadiens aux risques pour la santé associés au climat.

À mesure que la population du Canada grandit et que les changements climatiques augmentent la portée géographique, la fréquence et l'intensité des phénomènes météorologiques et climatiques dangereux, les individus sont de plus en plus exposés aux vagues de chaleur, aux épisodes de smog, aux tempêtes, aux inondations, aux maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs. De plus, selon les tendances prévues concernant la croissance démographique et les maladies chroniques, la proportion de Canadiens qui seront hautement sensibles aux risques pour la santé causés par les changements climatiques ira en augmentant au cours des prochaines décennies, bien que cette proportion puisse varier d'une région à l'autre. Au Canada, le nombre de personnes âgées augmente très rapidement. On estime que cette cohorte de population pourrait presque doubler en nombre d'ici 2031. Le nombre de Canadiens atteints de maladies chroniques, telles que les cardiopathies, certains cancers ou les maladies respiratoires, est aussi à la hausse. En conséquence, on peut s'attendre, en l'absence de mesures d'adaptation élargies et améliorées, à un plus grand nombre d'affections et de décès associés aux changements climatiques.

Les effets des changements climatiques sur la santé des Canadiens augmenteront les pressions sur les services sociaux et de santé si on n'arrive pas à concevoir et à mettre en application des mesures d'adaptation efficaces.

On s'attend à ce que les effets des changements climatiques engendrés par les vulnérabilités actuelles mettent à l'épreuve le complexe d'infrastructures qui soutient la prestation des services de soins de santé et de santé publique au Canada (Institut de recherche sur la santé des populations, 2002; Lemmen et Warren, 2004; Carty et coll., 2004). En l'absence de mesures d'adaptation efficaces, les coûts des changements climatiques dépasseront ceux de leurs effets directs sur la santé (p. ex., une plus grande incidence des maladies, des blessures et des décès) pour englober les coûts économiques occasionnés aux systèmes sociaux et de soins de santé (Institut de recherche sur la santé des populations, 2002)[26].

26 En 2003, les dépenses totales du Canada en matière de santé s'élevaient à 123 milliards de dollars (dollars courants), c'est-à-dire à 3 884 $ par Canadien (Statistique Canada, 2005c).

8.10 FAIRE FACE AUX VULNÉRABILITÉS ET AUX RISQUES POUR LA SANTÉ ASSOCIÉS AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

> [traduction] « Sans adaptation, les changements prévus des températures et des précipitations s'accompagneront d'une panoplie d'effets sur la santé, y compris des décès, des maladies et des blessures, causés par des variations de la distribution des vecteurs de maladies et par la possible augmentation du nombre de phénomènes météorologiques extrêmes tels que les sécheresses et les cyclones. » (Pachauri, 2005, p. xxii).

L'objectif premier de l'adaptation, dans le contexte de la santé publique, est de réduire le fardeau de la maladie, des blessures, des incapacités, de la souffrance et des décès (Grambsch et Menne, 2003). Les mesures d'adaptation aux risques pour la santé qui seront privilégiées seront fondées sur des stratégies de santé publique reconnues (Gosselin, 2004). Le Canada a déjà mis en œuvre plusieurs mesures d'adaptation dans le but de réduire les risques associés à la variabilité et aux événements extrêmes du climat actuel, certaines avec plus de succès que d'autres.

Le plus souvent, protéger les citoyens des conséquences des changements climatiques ne nécessitera pas la création de nouveaux programmes, mais plutôt la révision, la réorientation et la consolidation des politiques et des pratiques de santé publique actuelles, de façon à améliorer leur efficacité et à cibler les populations particulièrement vulnérables (McMichael et coll., 2003). De nombreuses mesures déjà en vigueur pour protéger les Canadiens contre les risques pour la santé associés à la pollution atmosphérique (p. ex., les alertes au smog), à la mauvaise qualité de l'eau (p. ex., les avis de faire bouillir l'eau), aux maladies infectieuses (p. ex. la surveillance et le suivi), aux phénomènes météorologiques extrêmes (p. ex., la préparation et la planification), aux vagues de chaleurs (p. ex., les lieux d'accueil climatisés) servent de plateforme à la planification des mesures à prendre face aux changements climatiques (Berry, 2005).

Les stratégies d'adaptation visant à réduire les risques pour la santé associés aux changements climatiques peuvent offrir des « avantages connexes » importants à court et à long terme. Elles comportent de nombreuses mesures d'adaptation qui réduisent les risques que posent aux Canadiens la pollution de l'air et de l'eau, les épidémies ou d'autres catastrophes qui ne sont pas liées à la variabilité et aux changements du climat et qui, en ce sens, peuvent être considérées comme des mesures « sans regrets » (Scheraga et coll., 2003). Par exemple, améliorer la gestion des situations d'urgence des collectivités en privilégiant une approche tous risques pourrait aider à réduire les risques pour la santé d'éventuels déversements de substances toxiques, attaques terroristes et tremblements de terre, en plus de ceux associés aux phénomènes météorologiques. De la même façon, les mesures préventives en matière de santé adoptées pour contrer les maladies respiratoires associées à la pollution atmosphérique, mesures qui misent sur des restrictions à la circulation routière et le développement d'infrastructures favorisant le transport actif (p. ex., les pistes cyclables, les voies piétonnes), peuvent apporter des bienfaits substantiels à la santé des citoyens : les congestions de la circulation sont moins importantes, les gens sont en meilleure forme physique et leur qualité de vie augmente (Santé Canada, 2005b). Il est aussi généralement admis que des mesures d'adaptation spécifiques peuvent, à terme, procurer des retombées économiques positives pour les collectivités et les gouvernements. Des investissements relativement modestes dans des mesures d'atténuation des catastrophes (p. ex., les systèmes d'alerte) peuvent contribuer à réduire le nombre de décès, la souffrance généralisée et le coût économique exorbitant que peuvent occasionner des opérations de secours et d'intervention en cas de catastrophe (Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant Rouge, 2002).

D'un autre côté, les politiques et les programmes en place ou prévus dans le but de réduire les risques associés aux changements climatiques peuvent être « maladaptés », comme c'est le cas lorsqu'ils n'arrivent pas à réduire les risques ciblés ou bien qu'ils en créent de nouveaux. Par exemple, parmi les 28 décès dus à la tempête de verglas survenue en 1998 dans l'est du Canada, seuls 4 étaient attribuables à l'hypothermie. Les 24 autres décès sont survenus à la suite d'intoxications au monoxyde de carbone ou de blessures causées par l'utilisation à l'intérieur d'appareils à flamme nue, de barbecues ou de chaufferettes au propane ou au kérosène. Les politiques actuelles pourraient contribuer à l'accroissement des risques, puisqu'elles n'ont pas été conçues pour répondre aux nouvelles conditions et aux situations qui résulteront des changements climatiques (Barg et Swanson, 2005). Il est donc important non seulement de déterminer l'efficacité des mesures actuelles, mais aussi d'identifier les sources de risques pouvant découler d'une « mésadaptation ».

Les stratégies d'adaptation peuvent compléter les efforts déjà déployés pour réduire les émissions de GES par la lutte aux changements climatiques (GIEC, 2007a). Par exemple, modifier l'aménagement urbain et la conception des bâtiments de façon à atténuer l'effet d'îlot thermique urbain (p. ex., plantations d'arbres, passages voûtés, rues étroites) peut prévenir le réchauffement des bâtiments, contribuer au confort intérieur et, en même temps, puisqu'il est moins nécessaire de climatiser, réduire les émissions de GES (Koppe et coll., 2004). À l'inverse, des avantages connexes pour l'environnement et pour la santé, comme la réduction de la pollution atmosphérique locale, en particulier celle due aux particules fines, et, conséquemment, des cas de maladies respiratoires, peuvent accompagner les mesures de réduction des GES quand celles-ci sont planifiées adéquatement (Adger et coll., 2005)[27]. Pour faire face aux effets des changements climatiques, il faudra employer à la fois des mesures d'adaptation et des mesures d'atténuation des GES (Agence européenne pour l'environnement, 2006; GIEC, 2007a).

8.10.1 Mesures d'adaptation proactives

La planification des imprévus est un des plus grands défis que posent les changements climatiques. Les mesures d'adaptation aux effets des changements climatiques sur la santé doivent être proactives plutôt que réactives afin d'en prévenir les effets potentiels les plus importants (OMS, 2002; Gosselin, 2004; GIEC, 2007a). Les mesures d'adaptation les plus efficaces et rentables sont habituellement planifiées longtemps à l'avance plutôt qu'élaborées de façon ponctuelle sans approche globale et intégrée (Roberts et coll., 2006). Le principe de précaution (Lambert et coll., 2003) doit servir de guide à l'élaboration des évaluations de la vulnérabilité et des stratégies d'adaptation en matière de santé publique[28]. L'implantation de systèmes d'alerte rapide visant à prévoir les risques accrus pour la santé humaine des dangers liées à des phénomènes climatiques dangereux est un bel exemple du principe de précaution (Ebi, 2005).

Les chercheurs s'entendent sur les types de mesures proposées, que ce soit pour améliorer la façon dont on s'emploie à atténuer les risques actuels pour la santé ou encore pour planifier en prévision des effets possibles des changements climatiques. Ces types de mesures s'adressent aux organisations gouvernementales et non gouvernementales. L'expérience pratique montre l'importance de combiner des mesures de prévention primaires, secondaires et tertiaires en matière de santé publique pour atténuer de manière efficace les risques pour la santé liés aux changements climatiques. Voici différents de mesures :

- surveillance et suivi
- sensibilisation et éducation du public

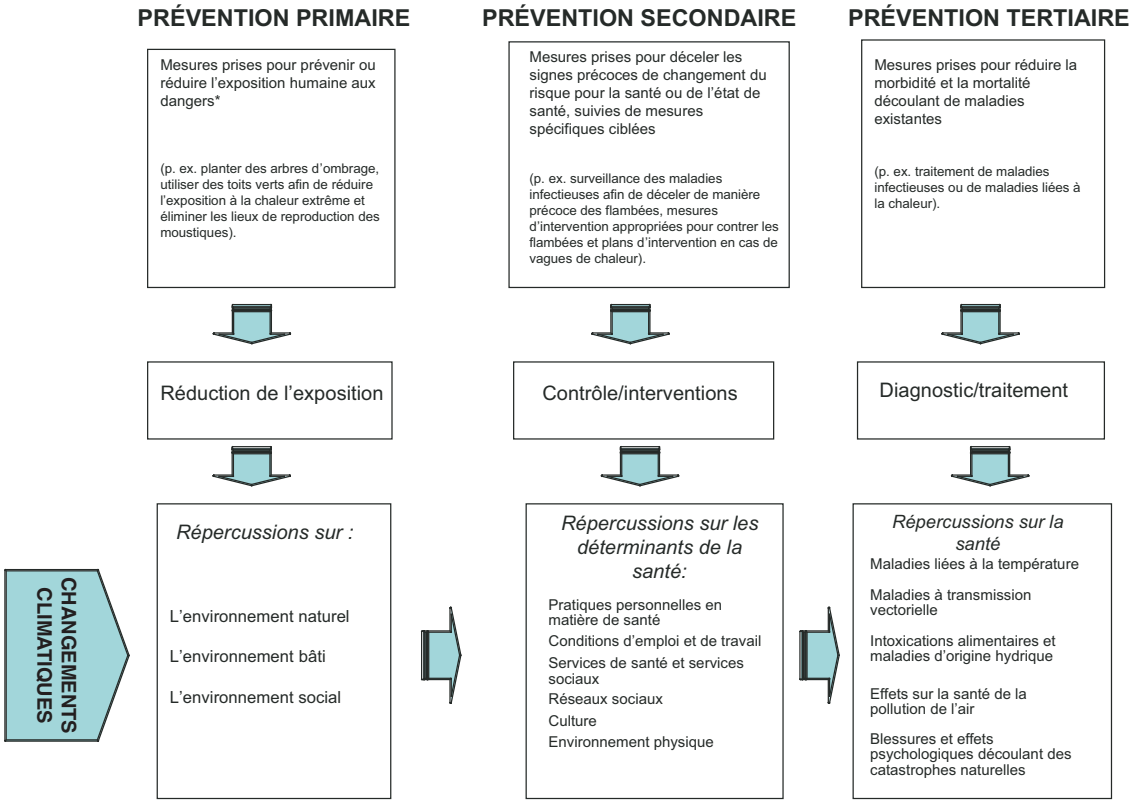
27 L'Association canadienne de santé publique a demandé que des mesures soient prises afin de réduire les émissions de GES et de diminuer les effets sur la santé liés au mode actuel d'utilisation d'énergie au Canada (ACSP, 2001c).

28 Santé Canada définit le principe de la précaution comme suit : « Lorsqu'il y a des motifs raisonnables de croire que l'exposition à un agent peut causer des dommages graves ou irréversibles à la santé humaine, il faut prendre des mesures de précaution rentables, même si certaines relations de cause à effet ne sont pas pleinement établies du point de vue scientifique. Dans la mesure du possible, il faut essayer de prévoir et de prévenir les risques pour la santé plutôt que se contenter de maîtriser ceux qui existent déjà » (Santé Canada, 2000, p. 8).

- lois et règlements
- élaboration d'infrastructures
- innovations en technologie et en génie
- interventions médicales

Tous les types de mesures préventives sont nécessaires pour réduire efficacement les risques pour la santé associés aux changements climatiques. Toutefois, les mesures de prévention secondaires et tertiaires sont, dans l'ensemble, moins efficaces que les mesures de prévention primaires et pourraient s'avérer plus coûteuses à long terme (Kovats et coll., 2003; The Sheltair Group, 2003).

Figure 8.9 Approche préventive en matière d'adaptation



*La réduction des niveaux de gaz à effet de serre (atténuation) est aussi appelée « prévention primordiale » ou élimination du risque lui-même, tandis que la prévention primaire réduit l'exposition aux risques.

Source : Adaptation de Séguin et coll., 2005

Une approche préventive (figure 8.9) nécessite une bonne compréhension des risques pour la santé des changements physiques et écosystémiques liés aux changements climatiques. Il faut également des outils d'aide à la décision axée sur les risques, une bonne compréhension des rôles et responsabilités en matière d'adaptation, et une compréhension des mesures d'adaptation possibles. Les collectivités et les régions devront mener leurs propres recherches sur les vulnérabilités existantes face aux risques pour la santé afin de déterminer les secteurs où une capacité accrue est requise[29]. La vulnérabilité dépend souvent du contexte puisque les conditions qui déterminent les expositions, sensibilités et capacités d'adaptation varient d'une collectivité à l'autre (Smit et Wandel, 2006). On peut observer des différences notables entre les diverses régions et collectivités du Canada quant à la répartition et à la taille des groupes vulnérables. Par exemple, pour une gestion des urgences efficace, les responsables

doivent avoir en leur possession des informations à jour concernant l'emplacement et le nombre de personnes vulnérables au sein de leurs collectivités (p. ex., les enfants, les personnes âgées, les personnes avec des handicaps ou affligés par des maladies chroniques, les personnes défavorisées sur le plan social), et connaître leurs priorités et besoins spéciaux (Murphy et coll., 2005).

Courtoisie de City of Winnipeg, Manitoba

Remplissage de sacs de sable pour combattre les crues de la rivière Rouge, Winnipeg, 1997

Les autorités des secteurs de la santé et de la gestion des urgences auraient tout avantage à réaliser des évaluations sur la vulnérabilité à l'échelle régionale et communautaire afin d'obtenir plus de renseignements sur la situation actuelle. De telles évaluations leur permettraient de déterminer le degré d'efficacité des principaux efforts d'adaptation actuellement déployés dans leurs secteurs. Elles devraient porter principalement sur les conditions climatiques et socio-économiques actuelles et projetées, et établir des liens avec les effets sur la santé actuellement observables à partir desquels il conviendrait d'élaborer des stratégies d'adaptation. Elles mettraient également en évidence les lacunes qui doivent être comblées. Une approche participative en matière d'évaluation des mesures d'adaptation et des répercussions serait appropriée dans ce cas-ci (Kovats et coll., 2003; Brooks et Adger, 2004)[30]. Pour favoriser ces activités, les sections suivantes décrivent les rôles et responsabilités des divers intervenants en matière de gestion des risques pour la santé associés au climat au Canada, et dresse la liste de mesures d'adaptation possibles que les responsables de la santé publique pourraient utiliser pour résoudre les problèmes de vulnérabilités à l'égard des changements climatiques.

8.10.2 Rôles et responsabilités en matière d'adaptation au Canada

De nombreuses études sur la vulnérabilité et les répercussions climatiques dressent une liste de mesures d'adaptation possibles sans toutefois se pencher sur les processus décisionnels clés. Un élément important de ces processus consiste à définir les rôles et responsabilités des intervenants relatifs à l'adaptation (Grambsch et Menne, 2003). Au Canada, divers ordres de gouvernement, y compris les autorités fédérales, provinciales, territoriales et municipales, se partagent la responsabilité de fournir les services de santé publique, les soins de santé et les services sociaux d'urgence. L'attribution des responsabilités concernant des questions précises peut varier considérablement d'une région, d'une province ou d'un territoire à l'autre.

29 Certaines collectivités ou provinces ont réalisé, ou sont en voie de le faire, des évaluations relatives aux mesures d'adaptation et aux répercussions des changements climatiques qui comportent un volet sur les risques pour la santé humaine. Par exemple, une évaluation a été effectuée pour la Nouvelle-Écosse (DeRomilly and DeRomilly Limited et coll., 2005), la Colombie-Britannique (Ministry of Water, Land and Air Protection, 2002), la ville de Vancouver (The Sheltair Group, 2003), la ville de Hamilton (Ormond, 2004) et la ville de Toronto (Ligeti et coll., 2006). La plupart de ces rapports portent principalement sur les répercussions prévues et offrent une analyse moins détaillée des vulnérabilités découlant des limites de la capacité d'adaptation.

30 Voir *Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change* (Kovats et coll., 2003). Voir aussi chapitre 2, Méthodes d'évaluation, pour des directives sur la façon de réaliser les évaluations et pour des détails concernant les forces et les restrictions des méthodes et outils utilisés dans cette Évaluation.

Les administrations municipales jouent un rôle central dans la réduction des risques pour la santé liés au climat, compte tenu de leur rôle d'assurer des services de police, d'incendie et d'ambulance, des services sociaux et de santé publique, et les plans de mesures d'urgence pour la collectivité. La plupart des situations d'urgence au Canada sont de nature locale et gérées par les municipalités ou par les provinces ou les territoires (SPPCC, 2006). De nombreuses municipalités élargissent leurs rôles dans ces secteurs; toutefois, pour certaines mesures d'adaptation, comme les initiatives en gestion des urgences, les municipalités ont besoin de soutien financier, technique et en matière d'information des ordres de gouvernements plus élevés (Institut de Prévention des Sinistres Catastrophiques (IPSC) et Protection civile Canada (PCC), 1998).

Le tableau 8.4 résume les principales activités entreprises par divers organismes et gouvernements concernant les problèmes de santé liés aux changements climatiques. On observe d'importantes différences dans la répartition des responsabilités entre le gouvernement fédéral, les provinces, les territoires et les municipalités; c'est pourquoi le tableau est de nature indicative de l'ensemble des divers paliers de gouvernement seulement. Il est possible que certaines administrations ne soient pas responsables de l'ensemble, ou même de plusieurs, des activités énumérées sous chaque problème de santé[31].

Tableau 8.4 Rôles et responsabilités relativement aux mesures d'adaptation en matière de santé

Questions liées à la santé	Administration	Rôle
Qualité de l'eau potable	Municipalités	• Assurer le fonctionnement et la sécurité du système d'approvisionnement en eau de la ville, y compris l'analyse de la qualité de l'eau, le traitement de l'eau la distribution de l'eau et la gestion du réseau pluvial. • Normes de qualité de l'eau potable et objectifs de qualité de l'eau potable • Réseaux d'assainissement • Publication de renseignements et de conseils sur la qualité de l'eau • Conseils relatifs aux avis d'ébullition de l'eau
	Provinces et territoires	• Élaborer et appliquer toutes les mesures législatives relatives aux réseaux d'approvisionnement en eau publics et municipaux, y compris leur construction et exploitation • Formuler des avis sur les politiques, règlements et protocoles concernant les inspections de la qualité de l'eau • Procéder à des inspections des réseaux d'approvisionnement en eau municipaux et des laboratoires d'analyse de la qualité de l'eau potable • Laboratoires d'analyse de la qualité de l'eau • Rédiger un plan d'intervention d'urgence provisoire concernant l'approvisionnement en eau • Normes relatives à la qualité de l'eau et gestion des bassins hydrologiques • Approuver les aires désignées pour les usines de traitement des eaux • Salubrité de l'eau de puits • Mise en œuvre des lignes directrices nationales en matière de salubrité de l'eau potable

31 Pour une liste plus détaillée des rôles et responsabilités des provinces et municipalités à l'égard des maladies infectieuses, de la sécurité sanitaire des aliments et des questions liées à l'eau potable, voir Santé Canada, 2006a.

Questions liées à la santé	Administration	Rôle
	Gouvernement fédéral	• Recherche sur les menaces concernant l'eau potable et élaboration d'une série de lignes directrices nationales en matière de salubrité de l'eau potable
Salubrité alimentaire	Municipalités	• Inspections sanitaires des installations de préparation d'aliments et de restauration, y compris les usines de transformation des aliments, les événements spéciaux, les magasins d'alimentation au détail, les cantines mobiles • Enquêter sur les épidémies de maladies d'origine alimentaire • Délivrer des permis à tous les établissements de manutention d'aliments • Formation et perfectionnement du personnel affecté à la manutention d'aliments • Répondre aux plaintes formulées par le public • Examiner et approuver les plans de construction des nouveaux établissements de restauration • Prendre part à des activités de sensibilisation relatives à la salubrité des aliments pour réduire les risques pour la santé liés aux maladies d'origine alimentaire
	Provinces et territoires	• Lois et règlements sur la qualité et la salubrité des aliments pour assurer la sécurité sanitaire des aliments (p. ex., substances toxiques) y compris l'apiculture (abeilles et pollinisation), l'agriculture, les animaux d'élevage, les pesticides, la lutte antiparasitaire et les activités phytosanitaires • Enregistrer des établissements de manutention d'aliments ou leur délivrer une licence ou un permis • Programmes de distribution, de préparation et de protection des aliments • Programmes de santé animale • Inspecter les établissements de transformation des aliments et les usines laitières • Éducation et formation du personnel affecté à la manutention des aliments et des associations de l'industrie • Enquêter et répondre aux plaintes formulées par le public • Examiner et approuver les plans de construction des nouveaux établissements de restauration • Enquêter sur les éclosions de maladies d'origine alimentaire • Fournir des renseignements sur la salubrité des aliments à la population • Nota : certaines provinces, comme la Nouvelle-Écosse, l'Île-du-Prince-Édouard et Terre-Neuve-et-Labrador, assument l'entière responsabilité pour tous les aspects de la salubrité alimentaire et engagent des inspecteurs en santé publique à cet effet
	Gouvernement fédéral	• Protéger la santé humaine et l'environnement en réduisant les risques associés aux produits antiparasitaires • Fixer les niveaux de résidus sécuritaires pour les pesticides dans l'alimentation • Établir les politiques et fixer les normes concernant la sécurité sanitaire et la valeur nutritive des aliments • Évaluer la sécurité sanitaire, la qualité et l'efficacité des médicaments à usage vétérinaire • Promouvoir la santé nutritionnelle et le bien-être des Canadiens • Protéger l'approvisionnement alimentaire d'une contamination

Suite à page suivante

suite de la page précédente

Questions liées à la santé	Administration	Rôle
Maladies infectieuses à transmission vectorielle	Municipalités	• Surveillance de la transmission des maladies transmissibles à l'échelle communautaire • Contrôle et prévention des maladies • Soins hospitaliers • Services communautaires de santé publique, de soins à domicile et en établissement liés à la lutte aux maladies infectieuses • Sensibilisation et éducation du public (p. ex., virus du Nil occidental, maladie de Lyme) • Interventions en santé publique comme les programmes de vaccination et de dépistage, de santé des voyageurs (Winnipeg) • Planification en cas de pandémie ou d'urgence
	Provinces et territoires	• Activités de surveillance et de suivi des maladies à l'échelle régionale grâce aux laboratoires en santé publique • Lignes directrices relatives à la gestion des maladies à déclaration obligatoire • Recueillir, compiler, analyser et publier les statistiques sur l'incidence des maladies • Inspecter les installations de gestion des déchets, les locaux, les lieux de travail, les usines de transformation des aliments et diverses aires publiques • Services de laboratoire pour la détection et l'évaluation des maladies • Prévention et contrôle • Attestation en soins infirmiers • Éducation clinique et publique
	Gouvernement fédéral	• Activités de recherche et de surveillance des maladies • Sensibilisation et coordination avec les partenaires internationaux (p. ex., Organisation mondiale de la Santé) • Programme de mise en quarantaine, de médecine des voyages et de santé des migrants
Pollution atmosphérique et vagues de chaleur	Municipalités	• Systèmes d'avis ou d'« alertes » de smog et système d'avis de chaleur* • Plans à long terme d'assainissement de l'air et/ou de lutte contre les changements climatiques qui visent à réduire la pollution atmosphérique et les émissions de GES
	Provinces et territoires	• Prévisions et surveillance de la qualité de l'air (p. ex., indices de la qualité de l'air) pour informer les responsables de la santé municipaux et les citoyens • Prévisions des températures • Soins à domicile, dans la collectivité et en établissement pour les personnes âgées qui sont particulièrement vulnérables aux risques pour la santé des vagues de chaleur • Initiatives, incluant les règlements, pour améliorer la qualité de l'air visant les sources de pollution nationales ou transfrontalières, comme le transport (p. ex., programme d'entretien et d'inspection des véhicules), production d'électricité et sources industrielles ponctuelles

Questions liées à la santé	Administration	Rôle
	Gouvernement fédéral	• Conseils techniques, scientifiques et relatifs au suivi pour l'élaboration d'indices de la qualité de l'air et d'avis de chaleur • Prévisions des températures et de la qualité de l'air pour les épisodes de smog et les alertes de chaleur accablantes (p. ex., avis d'humidex)† • Initiatives, incluant les règlements, pour améliorer la qualité de l'air visant les sources de pollutions nationales et transfrontalières, comme le transport, la production d'électricité et les sources industrielles ponctuelles (p. ex., faible teneur en soufre dans l'essence et le carburant diesel, l'Accord Canada – États-Unis sur la qualité de l'air) • Plans de lutte contre la pollution visant les plus grands émetteurs (p. ex., fonderies de métaux de base non ferreux)
Dangers naturels	Municipalités	• Préparer et mettre en œuvre un plan communautaire de gestion des urgences comprenant la liste des dangers et l'évaluation des risques • Services de soins de santé d'urgence, y compris des conseils en santé publique et de spécialistes médicaux, la gestion des épidémies de maladies transmissibles actuelles et potentielles, la surveillance des centres d'évacuation, le maintien de la sécurité sanitaire des aliments et les conditions sanitaires au sein de la collectivité, des séances de consultation pour aider à gérer le stress et les problèmes d'adaptation, une aide pour les soins dentaires d'urgence, une aider aux personnes qui ont des besoins spéciaux, et la surveillance de l'environnement pour s'assurer que l'air, le sol et l'eau ne présentent aucun danger pour la santé • Activités d'aménagement communautaire (p. ex., planification de l'utilisation des terres et zonage) pour réduire la vulnérabilité face aux dangers
	Provinces et territoires	• Lois en matière de gestion des urgences qui appuient les autorités locales dans l'élaboration de systèmes complets de gestion des urgences qui comprennent des activités de prévention, d'atténuation, de préparation, d'intervention et de rétablissement. Elles donnent aussi aux autorités locales les pouvoirs spéciaux de prévenir ou de limiter les pertes de vie et les dommages aux biens ou à l'environnement durant une situation d'urgence locale • Évaluations environnementales, activités relatives à la gestion et la protection de l'environnement, rénovation des infrastructures et adoption de stratégies de gestion de la croissance de la collectivité
	Gouvernement fédéral	• Prévoir les tendances relatives à la fréquence des dangers naturels • Surveiller les éclosions et les appariations de maladies dans le monde • Évaluer les risques pour la santé publique en cas d'urgence • Faire en sorte d'accroître la sécurité et la santé publique des Canadiens, en collaboration avec d'autres ordres de gouvernement, organismes communautaires et agences internationales en matière de santé et sécurité • Mettre en œuvre les règles fédérales de santé publique qui régissent la sécurité en laboratoire, la quarantaine et les questions similaires • Veiller à la détection du bioterrorisme, aux services de santé d'urgence et à l'intervention en cas d'urgence • Élaborer et mettre en œuvre les politiques de gestion des urgences nationales et fédérales, les normes et les systèmes d'intervention, y compris les avis émis à la population en collaboration avec les provinces et territoires • Collaborer avec les organismes de gestion des urgences des provinces et territoires pour fournir aux premiers répondants le financement, les outils et la formation nécessaires

Suite à page suivante

suite de la page précédente

Questions liées à la santé	Administration	Rôle
Questions intersectorielles	Municipalités	• Activités de promotion de la santé qui contribuent à réduire les risques pour la santé associés à la variabilité et aux changements du climat (p. ex., environnements sécuritaires, informations sur l'immunisation, pratiques de préparation des aliments sécuritaires, vie active, etc.) • Offrir une formation continue aux professionnels de la santé ou en faciliter l'accès • Initiatives visant à réduire les GES
	Provinces et territoires	• Faciliter les stratégies locales et municipales visant à améliorer la santé et le bien-être des Canadiens de leur province ou territoire respectif • Élaborer des stratégies et des politiques portant sur les priorités en matière de santé (p. ex., la qualité de l'eau) • Assurer la prestation de services de soins de santé • Activités de promotion de la santé qui contribuent à réduire les risques pour la santé associés à la variabilité et aux changements du climat (p. ex., environnements sécuritaires, informations sur l'immunisation, pratiques de préparation des aliments sécuritaires, vie active, etc.) • Offrir une formation continue aux professionnels de la santé ou en faciliter l'accès • Initiatives visant à réduire les GES
	Gouvernement fédéral	• Leadership national concernant de nombreuses questions importantes en matière de santé (p. ex., virus du Nil occidental) et collaboration avec les partenaires internationaux pour protéger la santé des Canadiens • Faciliter l'élaboration et la mise en œuvre d'initiatives fédérales et provinciales (p. ex., gestion des urgences sanitaires) • Effectuer des analyses et recherches intra-muros sur les tendances et risques pour la santé (p. ex., évaluations des risques pour la santé), élaborer et publier les indicateurs de santé (p. ex., fardeau économique des maladies au Canada) et fournir une expertise scientifique et technique aux provinces, municipalités et professionnels de la santé (p. ex., effets sur la santé de la pollution atmosphérique) • Les accords de collaboration existants, comme le Comité fédéral-provincial-territorial sur la santé et l'environnement, améliorent la coordination entre tous les ordres de gouvernement, assurent un transfert optimal des connaissances et une circulation systématique des informations scientifiques et stratégiques du gouvernement fédéral vers les gouvernements provinciaux puis locaux • Activités de promotion de la santé qui contribuent à réduire les risques pour la santé associés à la variabilité et aux changements du climat (p. ex., environnements sécuritaires, informations sur l'immunisation, pratiques de préparation des aliments sécuritaires, vie active, etc.) • Offrir une formation continue aux professionnels de la santé ou en faciliter l'accès • Initiatives visant à réduire les GES

Questions liées à la santé	Administration	Rôle
Organisations non gouvernementales		• Offrir une vaste gamme de services sociaux et de soins de santé aux Canadiens • Les programmes de gestion des urgences offrent des renseignements et des services sociaux d'urgence, comme la fourniture de vêtements et d'hébergement, les services de recherche et de réunification et un soutien affectif aux collectivités touchées • Secours aux sinistrés par la mise en commun d'informations et la sensibilisation du public pour changer les comportements, éducation et formation, accès aux services de soins de santé, personnel de soutien, mise au point d'études et de politiques, et collecte de données aux fins de la planification opérationnelle et stratégique • Faciliter l'accès des personnes ayant des besoins spéciaux à divers services de santé, y compris la dialyse, la chimiothérapie et les soins respiratoires, les services aux jeunes de la rue, l'aide aux sans-abri, les soins palliatifs, les services aux personnes aux prises avec des difficultés physiques ou mentales, les maisons d'hébergement pour les femmes et les enfants, les services de distribution de repas dans les centres de santé communautaires et pour personnes âgées (services de première ligne et de promotion de la santé dans les collectivités)
Individus		• Mesures préventives afin de réduire les risques pour la santé liés aux changements climatiques et extrêmes climatiques (p. ex., habitudes personnelles en matière de santé comme réduire l'exposition aux rayons UV, pratiques de préparation des aliments sécuritaires, lavage des mains adéquat, pratique de conduite sécuritaire, trousse et plans d'intervention d'urgence, etc.) • Demeurer informé des risques importants pour la santé (p. ex., avertissements de temps violent) et des mesures à prendre pour protéger sa santé • Réduire les émissions de GES • Analyser la qualité de l'eau dans les puits et les réseaux privés
Autres secteurs		• Initiatives et programmes favorisant l'adaptation aux répercussions des changements climatiques qui ont une incidence directe ou indirecte sur la santé et le bien-être de la population (p. ex., transport, agriculture, industrie, tourisme, foresterie, aménagement urbain, assurances, etc.) • Réduire les émissions de GES

Nota : Dans plusieurs provinces, la responsabilité à l'égard de certaines questions de santé publique est déléguée aux autorités ou groupes régionaux qui desservent souvent plus d'une collectivité. Par exemple, au moment de rédiger ce document, la province de l'Ontario comptait 36 unités de santé publique et la province de l'Alberta comptait neuf régies régionales de la santé. Les rôles et responsabilités de ce genre sont indiqués à la section « Municipalités » dans la colonne « Administration » du tableau.

* Au Canada, certaines collectivités ont entrepris des activités similaires, même si elles n'ont pas le mandat officiel de le faire.

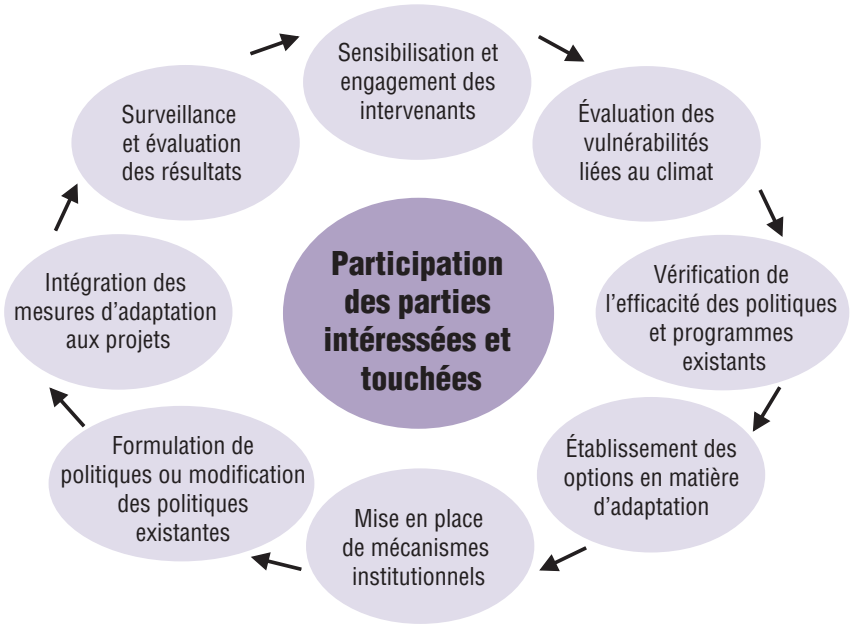
† Les avis d'humidex émis par Environnement Canada ne sont pas des avertissements météorologiques, mais plutôt des « bulletins spéciaux » (Environnement Canada, 2006).

Source : adaptation de Philpot, 2006.

8.10.3 Mise en œuvre et élaboration d'une stratégie d'adaptation

Des informations sur les processus d'adaptation dans les secteurs de la gestion des risques, de la recherche sur les dangers naturels et de la planification et du développement des ressources sont disponibles pour guider la planification des mesures d'adaptation et la réduction de la vulnérabilité (Smit et Pilifosova, 2001). Les chercheurs ont élaboré de nombreux outils et méthodes permettant d'évaluer les options d'adaptation. Certaines collectivités canadiennes ont rédigé des guides d'adaptation généraux (Halifax Regional Municipality, 2006; Mehdi et coll., 2006). Le gouvernement du Canada, par l'intermédiaire de Sécurité publique et Protection civile Canada, a préparé un rapport intitulé *Évaluation de la vulnérabilité de la capacité des collectivités* dans le but d'aider à la réalisation d'une évaluation de la capacité et de la vulnérabilité à l'échelle communautaire (Kuban et MacKenzie-Carey, 2001). La figure 8.10 présente un cadre décrivant le processus d'élaboration d'une stratégie d'adaptation visant à réduire les risques pour la santé associés au climat.

Figure 8.10 Processus pour la mise en œuvre et l'élaboration de mesures d'adaptation dans le secteur de la santé



Source : adaptation de Penney et Wieditz, 2007.

Dans l'ensemble, le cadre correspond aux étapes principales des cadres normalisés de gestion des risques du secteur de la santé[32]. Les étapes comprennent l'engagement prompt des intervenants, l'évaluation des risques pour la santé, l'identification et la mise en œuvre d'options d'adaptation, et le suivi et l'évaluation des résultats. Il faut prendre en considération certains des éléments décrits ci-après au moment de mettre en œuvre le cadre afin d'élaborer des mesures d'adaptation efficaces pour protéger les populations des risques pour la santé liés aux changements climatiques.

32 Voir, par exemple, *Cadre décisionnel de Santé Canada pour l'identification, l'évaluation et la gestion des risques pour la santé* (Santé Canada, 2000).

8.10.3.1 Éléments à prendre en considération dans l'élaboration et la mise en œuvre des stratégies

Approches régionale et locale

Selon Smit et Wandel (2006, p. 283), [traduction] « on s'attend à ce que des initiatives pratiques qui examinent et améliorent de façon tangible la capacité d'adaptation de la société, réduisant ainsi la vulnérabilité, soient clairement mises en œuvre à l'échelle de la collectivité ». En conséquence, les efforts déployés pour élaborer les mesures d'adaptation nécessaires pour atténuer les risques pour la santé liés aux changements climatiques doivent être adaptés aux besoins spécifiques d'une collectivité ou d'une région pour réduire les vulnérabilités existantes. À cet égard, les décideurs doivent prendre en considération la rapidité avec laquelle on doit faire face au risque, les coûts prévus des mesures d'adaptation, le rapport coûts-avantages, et les perceptions, les préoccupations et les valeurs des parties intéressées et touchées (Santé Canada, 2000).

Les initiatives visant à réduire les risques dans les collectivités urbaines (p. ex., alertes de chaleur) pourraient ne pas être des interventions efficaces en santé publique pour protéger les personnes qui habitent dans les collectivités rurales. Par exemple, de nombreuses collectivités rurales au Canada n'ont pas de réseau de transport public qui permettrait aux personnes de se rendre facilement dans les lieux d'accueil climatisés (s'il y en a) pour échapper à la chaleur accablante. Les organismes d'aide de ces collectivités sont souvent dotées d'infrastructures beaucoup plus petites (p. ex., banques alimentaires) pour offrir de l'aide durant les phénomènes extrêmes (A. Berry, comm. pers., 15 novembre 2006).

Les petites collectivités doivent surmonter des défis particuliers lorsqu'elles se préparent à faire face à des situations d'urgence et à les gérer. La formation et l'accréditation des responsables communautaires pourraient être problématiques, notamment s'ils doivent parcourir, à leurs frais, de longues distances pour se rendre dans les collèges des grands centres urbains. De plus, plusieurs collectivités rurales dans certaines régions du Canada deviennent des destinations touristiques populaires durant la saison estivale, ce qui entraîne un afflux important de personnes durant ces périodes. Par exemple, la population de la collectivité de Bayfield, en Ontario, qui compte normalement 900 résidents permanents, peut décupler durant les mois d'été. Si une situation d'urgence survient pendant cette période, les services sociaux et de soins de santé pourraient être débordés, ce qui pose d'importants défis de planification (A. Berry, comm. pers., 15 novembre 2006).

Approche multisectorielle

L'élaboration de mesures d'adaptation efficaces pour atténuer les risques pour la santé liés aux changements climatiques nécessite souvent une approche multisectorielle de planification et d'élaboration de politiques. Protéger la santé des Canadiens nécessite l'adoption de mesures d'adaptation efficaces de la part de plusieurs secteurs qui pourraient être touchés, comme les transports, le tourisme et les loisirs, les pêches, la foresterie, l'agriculture, l'industrie et l'énergie et les municipalités. [traduction] « La formation et l'engagement des intervenants jouent un rôle primordial dans l'établissement d'assises pour l'élaboration de stratégies durables et équitables qui permettront de mieux s'adapter aux changements climatiques » (Agence européenne pour l'environnement, 2006, p. 28). La mésadaptation, ou l'absence de mesures d'adaptation, dans un de ces secteurs, pourrait entraîner des risques importants pour la santé qu'il faudra gérer. Le secteur de la santé devrait viser à tisser des relations de travail étroites avec les responsables des autres secteurs afin de promouvoir l'adoption de mesures d'adaptation proactives.

L'industrie des assurances fait activement la promotion de mesures d'atténuation des dangers naturels, notamment les mesures visant à réduire, le plus possible, les répercussions physiques d'un danger (p. ex., codes du bâtiment, ponceaux, barrages) (Murphy et coll., 2005). Au Canada, l'Institut de prévention des sinistres catastrophiques, fondé par l'industrie des assurances en 1997, a fait la promotion de ces activités, ce qui a facilité l'acquisition et la diffusion de connaissances en matière de prévention des sinistres. Le cadre d'élaboration de stratégies d'adaptation visant à réduire les risques pour la santé liés aux changements climatiques comprend la participation de responsables et de spécialistes d'autres secteurs pertinents dans les processus d'engagement à grande échelle; ces processus nécessitent la participation et la contribution de toutes les parties touchées et intéressées à toutes les étapes[33].

Intégration de l'adaptation

Les études sur l'adaptation mettent de plus en plus en évidence l'importance d'intégrer les informations et considérations en matière d'atténuation et d'adaptation face aux changements climatiques dans les processus décisionnels existants, plutôt que de créer de nouvelles politiques ou de nouveaux instruments stratégiques. Cette position se fonde sur le principe selon lequel la plupart des mesures d'adaptation ne seront pas prises uniquement en raison des préoccupations concernant les changements climatiques (Smit et Wandel, 2006). La notion d'intégration des risques liés aux changements climatiques décrit les processus qui permettront d'intégrer les considérations en matière de changements climatiques dans les processus décisionnels actuels (Dougherty et Elasha, 2004).

Dans le secteur de la santé, cela se traduit par l'intégration d'informations sur les risques pour la santé liés au climat dans les activités actuelles de gestion des risques, et conjuguer les efforts entre les différents partenaires du secteur de la santé afin d'élaborer des réponses coordonnées à ces risques. Les évaluations des risques qui tiennent compte des répercussions prévues des changements climatiques devraient être intégrées dans les plans officiels des collectivités; par exemple, les plans d'élaboration pourraient être vérifiés par rapport aux dangers connus ou prévus pour réduire les risques pour les personnes et leurs biens (McBean et Henstra, 2003). L'approche visant à élaborer des stratégies d'adaptation afin de réduire les risques pour la santé liés aux changements climatiques dont il a été fait mention appuie la notion d'intégration en soulignant la nécessité d'établir des mécanismes institutionnels pour l'élaboration de mesures d'adaptation et d'intégrer explicitement les considérations en matière d'adaptation et de changements climatiques dans les politiques et programmes conçus pour réduire les risques pour la santé. La détermination des options d'adaptation requises pour réduire les risques pour la santé associés aux changements climatiques fait maintenant partie intégrante du processus d'élaboration de politiques dès lors que ces considérations sont intégrées aux activités actuelles. Le tableau 8.5 résume les mesures d'adaptation possibles pour gérer les risques pour la santé associés aux changements climatiques dont il est fait mention dans les études à ce sujet.

33 Voir *Air Quality and Climate Change Corporate Strategic Plan* (ville de Hamilton, 2006) pour un exemple de partenariat dans la lutte contre les effets des changements climatiques et le traitement des questions d'adaptation à l'échelle communautaire.

Tableau 8.5 Mesures d'adaptation possibles pour gérer les risques pour la santé associés aux changements climatiques

	Stress thermique	Phénomènes météorologiques extrêmes	Maladies infectieuses	Maladies d'origine hydrique et alimentaire	Pollution atmosphérique
Surveillance et suivi	Préparer des registres concernant les personnes vulnérables (p. ex., personnes âgées); établir des plans d'intervention d'urgence en cas de chaleur accablante et des systèmes de veille et d'alerte rapides	Instaurer un système de dépistage rapide des effets sur la santé liés aux phénomènes météorologiques extrêmes; améliorer la qualité des données quantitatives sur les effets directs et indirects des phénomènes météorologiques extrêmes sur la santé	Identifier les populations les plus vulnérables; surveillance des populations de vecteurs; suivi et rapport sur l'incidence des maladies	Identifier les populations les plus vulnérables; surveillance des maladies d'origine hydrique et alimentaire; suivi et rapport sur l'incidence des maladies	Identifier les populations les plus vulnérables au sein des certaines collectivités; mettre sur pied des systèmes de surveillance de la qualité de l'air; établir des systèmes permettant de rendre compte des répercussions des véhicules et d'autres sources de pollution sur la qualité de l'air.
Communications et sensibilisation du public	Systèmes d'alerte rapide; fournir des renseignements sur les risques liés au stress thermique et les mesures visant à protéger la santé	Systèmes d'alerte rapide; fournir des renseignements sur les risques liés aux catastrophes naturelles; porter à la connaissance du public les mesures qui contribueraient à réduire l'exposition avant, pendant et après les phénomènes météorologiques extrêmes; diffuser les informations sur les mesures à prendre pour se préparer aux phénomènes météorologiques extrêmes (p. ex. réserve d'aliments non périssables)	Système d'alerte rapide axé sur les données scientifiques pour les professionnels de la santé; informations pour les résidents, voyageurs et populations vulnérables qui tiennent compte des changements de l'épidémiologie des maladies infectieuses; précautions à prendre pour réduire les risques (immunisation, lavage adéquat des mains)	Système d'alerte rapide axé sur les données scientifiques pour les professionnels de la santé; informations pour les résidents, voyageurs et populations vulnérables qui tiennent compte des changements de l'épidémiologie des maladies d'origine hydrique et alimentaire; précautions à prendre pour réduire les risques (faire bouillir l'eau, pratiques de manipulation sûres des aliments)	Porter à la connaissance du public les mesures et précautions à prendre pour réduire l'exposition aux polluants atmosphériques, plus particulièrement pour les groupes vulnérables (p. ex., réduire les niveaux d'effort et la consommation d'énergie, demeurer à l'intérieur, covoiturage); émettre un nouvel indice public de la qualité de l'air chaque jour

Suite à page suivante

suite de la page précédente

	Stress thermique	Phénomènes météorologiques extrêmes	Maladies infectieuses	Maladies d'origine hydrique et alimentaire	Air Pollution
Mesures législatives	Élaborer des lignes directrices pour que les immeubles soient plus thermostables	Améliorer la planification de l'utilisation des terres (p. ex., limiter les développements dans les régions à risque élevé comme les plaines inondables et les côtes); encourager la gestion environnementale (p. ex., structures défensives pour minimiser les crues éclair, la conservation des eaux); lignes directrices en matière de construction	Lois concernant la quarantaine. Législation concernant les voyages et l'importation des produits.	Lois sur la protection des bassins hydrographiques; règlements sur la qualité de l'eau	Réduction des émissions des centrales à combustible fossile; restrictions de la circulation; établir de nouvelles lignes directrices et normes en matière de qualité de l'air pour protéger la santé humaine
Développement des infrastructures	Donner accès à des refuges ou des lieux d'accueil climatisés; abreuvoirs publics dans les lieux publics extérieurs; prolonger les heures d'ouverture des lieux d'accueil climatisés	Dresser la liste des infrastructures critiques et dont l'état est jugé dangereux;élaborer des mécanismes de partage des coûts (p. ex., assurances) des indemnités pour aider à réduire les stress économiques et psychologiques à la suite d'événements; améliorer les infrastructures afin que les interventions soient plus efficaces (p. ex., salles d'urgence et réserves); tenir à jour et mettre à l'épreuve l'efficacité des refuges publics et des plans d'évacuation; maintenir les capacités en matière de barrages, plaines inondables et écoulement d'averses	Laboratoires permettant de déceler rapidement les pathogènes; améliorer les infrastructures pour des interventions efficaces (p. ex., salles d'urgence et réserves)	Installations sanitaires et de traitement des eaux et d'égout conçus pour faire face aux conditions météorologiques extrêmes; améliorer les installations et pratiques d'hygiène; laboratoires permettant de déceler rapidement les pathogènes; améliorer les infrastructures pour des interventions efficaces (p. ex., salles d'urgence et réserves)	Améliorer les réseaux de transport public et de pistes cyclables pour réduire la pollution liée à la circulation; programmes incitatifs pour les citoyens, familles, collectivités et entreprises afin de réduire les émissions et la consommation d'énergie

	Stress thermique	Phénomènes météorologiques extrêmes	Maladies infectieuses	Maladies d'origine hydrique et alimentaire	Air Pollution
Technologie et génie	Améliorer l'aménagement urbain afin de réduire l'effet d'îlot de chaleur (p. ex., plantation d'arbres, plus d'espaces verts, ombres le long des rues et dans les stationnements, sous-divisions et formes, taille et orientation des terrains à bâtir)	Renforcer et appliquer les normes et codes de construction; élaborer et mettre en œuvre des technologies de protection : rigides (ouvrage longitudinal de protection, barrages, digues) et souples (marais, milieux humides, zones tampon naturelles, etc.) pour réduire les risques possibles d'inondation; augmenter la redondance, l'efficacité et la résilience des réseaux d'électricité	Mesures de contrôle des vecteurs (p. ex., réduire les aires de reproduction des moustiques et d'autres vecteurs)	Politiques de prévention des maladies qui tiennent compte des plus récentes informations des organismes canadiens et internationaux de surveillance et de recherche	Promouvoir et encourager l'utilisation de carburants de remplacement (propres) et des véhicules non polluants
Interventions médicales	Activités d'intervention planifiées (p. ex., ligne « info-chaleur » pour fournir des renseignements, visites à domicile, système d'entraide et de visite entre voisins); intégrer les projections sur les changements climatiques dans la planification en matière de santé	Offrir une formation au personnel médical et d'urgence; dresser une liste et former des bénévoles auxquels on fera appel en cas de situation d'urgence; maintenir les programmes de gestion des catastrophes, y compris les outils pour les établissements de santé publique pour répondre rapidement aux besoins en matière de santé; intégrer les projections sur les changements climatiques dans la planification en matière de santé	Mettre au point et rendre accessibles de nouveaux médicaments et vaccins efficaces; mettre en œuvre des programmes publics d'immunisation; intégrer les projections sur les changements climatiques dans la planification en matière de santé	Mettre au point et rendre accessibles de nouveaux médicaments et vaccins efficaces; intégrer les projections sur les changements climatiques dans la planification en matière de santé	Donner le mandat au personnel de la santé de donner des informations sur la qualité de l'air et les effets sur la santé; intégrer les projections sur les changements climatiques dans la planification en matière de santé

Source : adaptation de Chiotti et coll., 2002. Comprend des mesures de Santé Canada, 2003; GIEC, 2001; 2007a.

8.10.4 Obstacles à l'adaptation

De nombreux décideurs du secteur de la santé ne considèrent pas encore l'adaptation aux effets des changements climatiques comme une question prioritaire à laquelle ils doivent porter une attention immédiate. Le fait que la plupart des Canadiens sont mal informés sur les risques probables pour la santé associés aux changements climatiques (Carty et coll., 2004) est peut-être en partie responsable de l'attitude actuelle des agents de santé publique. De plus, au Canada, le financement accordé aux initiatives en matière d'adaptation, relégué à l'arrière-plan par les efforts visant la réduction des GES, est insuffisant pour faire face aux risques existants (Le Conference Board du Canada, 2006). En conséquence, les agents de santé peuvent avoir l'impression qu'ils doivent se battre pour obtenir des ressources pour l'adaptation ou qu'ils doivent les partager avec d'autres personnes s'intéressant à divers autres problèmes de santé publique.

D'autres facteurs ont nui à l'adaptation aux risques de santé reliés aux changements climatiques : une compréhension incomplète des processus climatiques, les nombreuses variables socio-économiques qui influent sur les changements climatiques et leurs interactions, et l'inconnu que représentent les réactions sociétales futures aux effets prévus. Ces lacunes dans nos connaissances font en sorte qu'il est difficile d'établir des projections pour des effets particuliers, comme les risques pour la santé humaine, à partir des scénarios décrivant le climat à venir. D'après Ebi (2005, p. 49), [traduction] « ...en ce qui a trait à la fréquence et à l'intensité d'un changement particulier de la variabilité climatique à un endroit précis et pendant une période de temps donnée, l'incertitude est grande; par contre, la certitude est grande que, sans préparation adéquate, les phénomènes météorologiques extrêmes mèneront à des hausses de morbidité et de mortalité ». En conséquence, établir des stratégies d'adaptation efficaces aux changements climatiques pour réduire les risques que ceux-ci représentent pour la santé peut s'avérer une tâche complexe et difficile. Par exemple, on prévoit que l'élévation du niveau de la mer et la fréquence croissante des ondes de tempêtes poseront des risques importants pour les propriétés de certaines collectivités de la Colombie-Britannique, comme Richmond, et pour les personnes qui y vivent. Au moment de rédiger ces lignes, la ville de Richmond avait entamé le processus de modernisation de son réseau de digues afin que celui-ci puisse résister aux changements de conditions météorologiques et à la hausse du niveau de la mer. Cependant, à cause de l'incertitude qui prévaut quant à l'importance qu'atteindra l'élévation du niveau de la mer, l'analyse coûts-avantages, qui fait partie des efforts de modernisation des digues de cette ville, est difficile à réaliser (Ballard et Lidster, 2006).

Dans leur ouvrage, Scheraga et coll. (2003) identifient quelques facteurs possibles pouvant expliquer l'échec des mesures d'adaptation aux risques pour la santé associés à la variabilité du climat dans les conditions climatiques actuelles :

- omission d'avoir recensé et compris les facteurs qui ont une incidence sur les risques et la capacité de la société et des personnes à réagir;
- ressources accessibles limitées pour l'adaptation;
- décision consciente de la société de ne pas investir de ressources dans les mesures d'adaptation; et
- absence de vulnérabilité perçue ou perception d'avoir éliminé le risque.

Des obstacles à l'adaptation peuvent aussi surgir quand les mesures proposées ne sont pas techniquement réalisables, ou bien quand leur efficacité n'a pas été démontrée. Par exemple, on a besoin davantage de recherches sur l'efficacité des différents systèmes d'alerte et plans d'intervention aux vagues de chaleur à gérer les risques pour la santé afin de mettre au point des systèmes adaptés pour répondre aux besoins locaux. Il est aussi possible que certains changements ne puissent pas être anticipés, et qu'il soit impossible de s'adapter à ces situations avant qu'elles se présentent. Selon le GIEC, l'ampleur et la survenue des effets des changements climatiques varieront en fonction de l'ampleur et de

la survenue des changements climatiques, et, sans atténuation, les changements climatiques, à long terme, excéderaient probablement la capacité d'adaptation des systèmes naturels, humains et gérés (GIEC, 2007a).

D'après les prévisions, les changements climatiques, au Canada, affecteront particulièrement certains secteurs géographiques ou des écosystèmes distincts, et leurs impacts dépasseront les frontières provinciales ou territoriales traditionnelles. Puisque de nombreux aspects de la gestion de l'environnement et de la santé sont sous la responsabilité des provinces et des territoires, les gouvernements et les agences devront collaborer en vue d'atténuer les vulnérabilités et d'élaborer des stratégies d'adaptation. Une telle collaboration est nécessaire pour assurer une utilisation efficace des ressources et éviter les chevauchements de tâches : il n'est probablement pas nécessaire d'adopter de stratégies d'adaptation différentes pour chaque administration.

8.10.5 Possibilités d'action

Malgré les nombreux défis que représente l'adaptation, il existe d'importantes possibilités de réduire les risques associés aux changements climatiques. Même s'il reste des lacunes sérieuses dans les connaissances sur la vulnérabilité à l'égard des changements climatiques, y compris concernant la santé humaine, la recherche sur les répercussions et l'adaptation au Canada fait des progrès. Une base de connaissances s'enrichit grâce aux nombreuses études sur des questions régionales et sectorielles, et en mettant les chercheurs en relation avec les décideurs qui doivent tenir compte des changements climatiques dans la gestion des risques (BVG, 2006). Les dernières études ont permis de mieux comprendre les préoccupations fondamentales concernant la santé et les changements climatiques[34], et la présente Évaluation contribuera à approfondir encore davantage les connaissances.

Les récents progrès réalisés au cours des trente dernières années dans la prévision des phénomènes météorologiques extrêmes grâce à une meilleure compréhension des systèmes climatiques pourraient être très utiles aux secteurs de la gestion des urgences et de la santé publique. Environnement Canada est reconnu comme un chef de file à l'échelle mondiale en modélisation climatique (BVG, 2006) et, par conséquent, constitue une importante source de renseignements pour les futurs travaux sur l'adaptation aux changements climatiques. De plus, le secteur des soins de santé au Canada est bien organisé pour ce qui est de l'échange d'informations sur l'adaptation aux changements climatiques, tant à l'échelle nationale qu'internationale.

Le secteur de la santé publique compte beaucoup d'années d'expérience dans l'atténuation des risques pour la santé découlant de dangers environnementaux; cette expérience peut servir à relever les défis posés par les changements climatiques (Ebi et coll., 2005). Elle a montré que la vulnérabilité aux risques pour la santé liés aux changements climatiques peut être diminuée en prenant des mesures d'adaptation appropriées (p. ex., alertes de chaleur, surveillance des maladies, activités de promotion de la santé visant à améliorer l'état de santé) et grâce à des efforts visant à renforcer les capacités en matière d'adaptation.

Les responsables de la santé publique au Canada sont sensibilisés aux répercussions des conditions météorologiques et climatiques sur la santé et le bien-être, et aux risques potentiels pour les Canadiens. Cela sert de fondement pour aller de l'avant avec des mesures visant à atténuer ces risques. L'intérêt dans l'adaptation est grandissant, et on accepte de plus en plus les conclusions scientifiques concernant les changements climatiques; des rapports sur les récents événements météorologiques extrêmes qui ont touché sévèrement des collectivités du Canada et d'ailleurs ont aussi contribué à cet intérêt accru (Penney et Wieditz, 2007). Les Canadiens sont capables de modifier leurs comportements et leurs pratiques architecturales pour s'adapter aux conditions climatiques, même si le nombre et l'étendue géographique des dangers liés au climat augmentent au fur et à mesure que le climat évolue.

34 Voir *Les changements climatiques et la santé : bilan de recherche* (Santé Canada, 2004c).

Croix-Rouge canadienne : programme Prévoir l'imprévisible

En réponse aux inondations du Saguenay en 1996, la Croix-Rouge canadienne a élaboré le programme Prévoir l'imprévisible destiné aux écoles. Il s'agit d'un exemple d'activités de promotion de la santé d'un organisme bénévole pour réduire les risques pour la santé découlant des dangers naturels. Depuis 1997, ce programme a permis de réaliser des activités d'apprentissage sur les dangers naturels et les phénomènes météorologiques extrêmes auprès de plus de 750 000 élèves dans 11 provinces et territoires au Canada (Croix-Rouge canadienne, 2005).

Enfin, il est possible de surmonter les principaux obstacles à l'adaptation. Les responsables de la gestion des urgences et de la santé publique, ainsi que leurs partenaires, peuvent s'appuyer sur leur vaste expérience pour faire face à ces types de problèmes en adoptant des mesures d'intervention efficaces. Ils peuvent tirer profit des connaissances grandissantes sur les risques pour la santé liés aux changements climatiques et la sensibilisation accrue des Canadiens à cette question.

8.11 BESOINS EN MATIÈRE DE RECHERCHE ET LACUNES SUR LE PLAN DES CONNAISSANCES

Gérer avec succès les risques pour la santé résultant des changements climatiques et pouvant affecter les Canadiens exigera des évaluations plus précises des vulnérabilités liées à la variabilité climatique actuelle de même que de celles liées aux changements climatiques à venir. Étant donné la grande diversité des répercussions possibles et des réactions potentielles en matière de santé publique, ces évaluations doivent être faites à l'échelle régionale et communautaire. La littérature a identifié de nombreuses lacunes sur le plan de la recherche auxquelles il faut remédier afin de réduire les risques pour la santé et d'améliorer la mise en place de mesures d'adaptation (McMichael et coll., 2003; Riedel, 2004). L'insuffisance de la recherche portant sur les changements climatiques et l'adaptation à ces changements en matière de santé, ainsi que sur la capacité d'adaptation au Canada, a représenté un obstacle majeur à l'évaluation de la capacité à laquelle le présent chapitre a tenté de se livrer.

Les évaluations futures ainsi que les efforts actuels en matière de gestion des risques pour la santé associés au climat bénéficieraient de plus de recherche pour améliorer les connaissances dans les domaines suivants[35].

Projections climatiques

- Modèles et scénarios climatiques améliorés, particulièrement à l'échelle régionale, de façon à réduire le degré d'incertitude relatif aux éventuelles expositions aux dangers de populations données.
- Meilleure compréhension de la distribution régionale des risques pour la santé associés aux changements climatiques au Canada, ainsi que des disparités entre les différentes capacités d'adaptation actuelles aux changements à venir (p. ex., entre les collectivités du nord et celles du sud).

35 Aucune tentative n'a été faite pour prioriser les lacunes sur le plan des connaissances soulignées ici.

Évaluations régionales et locales des vulnérabilités

- Exposition aux dangers présents et futurs associés au climat et qui posent des risques pour la santé, à l'échelle régionale et communautaire.
- Emplacement et caractéristiques (p. ex., perceptions et comportements) des populations hautement sensibles.
- Évaluation des plans de gestion des urgences dans les régions et les collectivités, qui tiennent compte des événements climatiques, des effets du climat et de multiples facteurs de stress (p. ex., les impacts cumulatifs).
- Capacité de planification et d'intervention dans le cas d'éclosions de maladie ou d'autres urgences sanitaires;
- Mesures intégrées visant la protection des populations vulnérables contre les risques pour la santé associés à la pollution atmosphérique et aux vagues de chaleur, y compris des efforts qui pourraient être nécessaires pour mettre en œuvre des mesures préventives d'atténuation des effets des vagues de chaleur sur la santé en réduisant l'effet d'îlot thermique urbain.
- Importance des disparités entre les collectivités d'une même région, ou entre les populations d'une même collectivité, dans la distribution des capacités d'adaptation. Les disparités entre les villes, les petites collectivités et les régions rurales, en ce qui concerne leur capacité à se préparer à des situations d'urgence et à prendre des mesures pour y faire face, peuvent être considérables.

Stratégies et mesures d'adaptation

- Coûts économiques des effets prévus des changements climatiques sur la santé.
- Coûts économiques des stratégies d'adaptation (p. ex., les systèmes d'alerte-chaleur).
- Pratiques exemplaires en matière d'adaptation (p. ex., activités de sensibilisation du public, aide aux populations vulnérables, surveillance des effets sur la santé).
- Les mésadaptations actuelles et de leurs contribution aux risques pour la santé que présente la variabilité actuelle du climat.

- Nouvelles infrastructures dont la conception adopte des normes qui tiennent compte des événements plus destructeurs qui sont prévus avec les changements climatiques. Les ingénieurs ont besoin, pour le remplacement et la modernisation des infrastructures actuelles, de valeurs de calcul des facteurs climatiques nouvellement mises à jour, de normes et de codes révisés, et de nouvelles méthodes qui intègrent les considérations en matière de changements climatiques dans les procédures d'ingénierie.
- Processus décisionnels et éléments directeurs de la prise de décision en matière d'adaptation, et moyens d'intégrer les considérations en matière de changements climatiques dans les pratiques actuelles concernant la gestion des risques liés à la santé et les cadres la régissant; degré de certitude nécessaire pour pousser à l'action les décideurs en santé publique; outils nécessaires pour communiquer efficacement ces informations aux décideurs.

- Facteurs influant sur la capacité d'adaptation actuelle, au niveau de l'individu, de la communauté ou des institutions, y compris les impacts cumulatifs des phénomènes extrêmes répétés; sur les conditions qui stimulent l'adaptation ou y font obstacle (p. ex., la coordination institutionnelle, la communication des risques, les processus participatifs).
- Suivi des épisodes de chaleur accablante et d'alertes-chaleur se produisant annuellement, ainsi que des affections et de décès associés à la chaleur dans les collectivités canadiennes.

Populations vulnérables

- Caractéristiques ou qualités qui font en sorte que certaines populations sont plus vulnérables aux risques pour la santé associés aux changements climatiques et distribution de ces groupes vulnérables au Canada.
- Perception des risques liés aux répercussions sur la santé des changements climatiques chez les Canadiens qui influencent leur capacité d'adaptation.
- Stratégies de communication et de sensibilisation visant à modifier les comportements des individus afin de réduire les risques pour leur santé (p. ex., messages appropriés durant les alertes de chaleur ou de smog) et interventions des responsables de la santé publique.

8.12 CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

8.12.1 Conclusions

Cette étude des risques climatiques encourus au Canada, de l'exposition des individus à ces risques et de la capacité actuelle à gérer les risques pour la santé révèle que les Canadiens sont vulnérables à la variabilité du climat et aux phénomènes météorologiques extrêmes.

Au cours du siècle dernier, nous sommes arrivés, au Canada, à réduire la mortalité due aux phénomènes météorologiques extrêmes et à d'autres situations d'urgence en santé publique. Cependant, les coûts économiques attribuables aux événements extrêmes augmentent rapidement au pays, de même que le nombre de personnes frappées par des catastrophes naturelles. On ne saisit pas bien l'ampleur des effets sur la santé de tels événements qui, avec d'autres menaces liées au climat (p. ex., le smog, les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs), continuent de poser des risques à court et à long terme pour la santé et le bien-être des Canadiens et de leurs collectivités. La capacité d'adaptation des gouvernements et des collectivités du Canada face aux risques pour la santé associés au climat souffre de lacunes : dans certaines circonstances, les systèmes et les mesures en place peuvent être insuffisants pour faire face aux événements imprévus ou pour parer aux facteurs de stress cumulatifs que génèrent de nombreux événements se produisant simultanément ou se succédant rapidement. Les conclusions de cette première évaluation de la capacité d'adaptation peuvent servir à orienter les futures recherches et à élaborer des programmes et des politiques visant à renforcer notre capacité d'adaptation actuelle aux changements climatiques.

Plusieurs facteurs influent sur la vulnérabilité de la population canadienne aux risques pour la santé – immédiats et à venir – associés au climat :

Facteurs relevant de notre population :

- Tous les Canadiens sont exposés aux risques climatiques, mais à divers degrés. Nombre d'entre eux courent des risques d'effets sur la santé supérieurs à la moyenne, en raison de l'augmentation de la fréquence et de l'importance de ces risques ou à cause de mécanismes de protection et d'adaptation inadéquats.
- Les tendances démographiques et en matière de santé feront en sorte que la proportion de la population sensible aux risques pour la santé associés aux changements climatiques ira en grandissant. En 2031, au Canada, la proportion de personnes âgées passera de 13 à 25 % de la population.
- Les Canadiens, sur le plan individuel, ont une grande part à jouer pour se protéger contre les divers risques pour la santé associés au climat et, éventuellement, y faire face. Mais la plupart du temps, ils ne se sentent pas menacés par les catastrophes naturelles et, en général, ils ne sont pas bien préparés à faire face à des situations d'urgence en matière de santé.

Facteurs relevant des systèmes et des mesures en place :

- De nombreux secteurs de notre société ont un rôle à jouer pour réduire les vulnérabilités aux risques pour la santé. Plus on néglige de tenir compte de la santé humaine dans les décisions concernant l'aménagement du territoire, la conception d'infrastructures, la préparation et l'atténuation des situations d'urgence, la gestion de l'environnement et la planification des transports, plus la vulnérabilité aux effets des changements climatiques est grande.
- Les systèmes d'intervention, les infrastructures et les approches de la gestion du risque ont été conçus pour répondre à des risques pour la santé ou à des événements climatiques particuliers déterminés sur la base des tendances climatiques du passé. Il est fort probable que les changements climatiques susciteront des pressions qui mettront à l'épreuve les limites des systèmes actuels, et qui pourraient bien les dépasser.
- Il est probable que les changements climatiques entraîneront des effets cumulatifs et des modifications irréversibles à l'échelle des générations humaines, (p. ex., la perte des glaciers, la désertification) qui auraient des conséquences sur la santé et mettraient à l'épreuve les limites de l'adaptation.

Facteurs relevant de notre capacité d'adaptation :

- Les responsables de la santé publique et de la gestion des urgences se disent préoccupés par les risques que les changements climatiques posent à la population, mais en général, il n'y a pas de mobilisation autour de cette question et on ne lui accorde pas suffisamment d'attention.
- À cause de priorités budgétaires concurrentes, il est difficile d'allouer des ressources suffisantes aux mesures d'adaptation et de prévention. Le manque de ressources constitue un facteur limitatif particulier pour les petites villes et les petites collectivités.
- Un bon leadership est un ingrédient essentiel pour mobiliser les décideurs et les citoyens, et les inciter à prendre des mesures pour protéger la santé. Nombreux sont ceux qui attendent qu'un tel leadership ouvre la voie aux adaptations futures en favorisant la conduite de recherches et l'élaboration des politiques et des programmes requis.

Des actions visant à réduire la vulnérabilité des Canadiens aux risques existants pour la santé associés au climat sont essentielles. Une capacité d'adaptation considérable réside dans les institutions et les programmes actuels, dans les infrastructures matérielles bien développées, ainsi que dans les ressources humaines et financières qui peuvent être affectées à la protection de la santé et du bien-être. Les actions prises de ce jour envers la réduction des risques contribuent

à diminuer la vulnérabilité aux conséquences futures des changements climatiques sur la santé. Des stratégies d'adaptation bien conçues peuvent avoir des avantages connexes, à court et à long terme, comme de réduire les risques que peuvent poser aux citoyens la pollution de l'air et de l'eau, les éclosions de maladies infectieuses et les catastrophes. De même, les stratégies d'adaptation (p. ex., l'atténuation de l'effet d'îlot thermique urbain) peuvent venir en aide aux efforts de réduction des émissions de GES déjà déployés. De telles mesures peuvent apporter d'importants bienfaits pour la santé, et pour faire face aux effets des changements climatiques, il faudra utiliser à la fois des mesures d'adaptation et des mesures d'atténuation des GES. Les Canadiens s'adapteront avec succès aux risques pour la santé associés aux changements climatiques que s'ils utilisent les connaissances, les ressources économiques, les compétences et d'autres ressources encore pour planifier des mesures qui permettent d'intervenir entièrement et efficacement pour contrer les effets prévus.

8.12.2 Recommandations

Une étude récente passant en revue les initiatives d'adaptation en place dans des agglomérations urbaines sélectionnées au Canada et à l'étranger révèle que bien que de nombreuses villes aient pris des mesures pour réduire les vulnérabilités aux dangers naturels, peu d'entre elles ont tenu compte des pressions supplémentaires qui résulteront des changements climatiques (Penney et Wieditz, 2007), ce qui concorde avec les conclusions de ce chapitre. En conséquence, nous formulons les recommandations suivantes :

Les gouvernements, les collectivités et les individus devraient maintenir et renforcer les mesures et les programmes en place visant à protéger la santé contre les risques associés au climat et intégrer l'information relative aux changements climatiques aux mesures existantes. Pour renforcer la capacité d'adaptation dans les secteurs de la santé et de la gestion des situations d'urgence, il faut des initiatives et des mesures soutenues. Certains domaines (p. ex., la gestion des urgences, la santé publique, les infrastructures) devraient consolider leurs capacités à faire face aux facteurs de stress existants. De nombreuses leçons tirées des événements survenus récemment au Canada peuvent être mises à profit pour orienter le processus d'adaptation. De plus, les lacunes de la capacité d'adaptation actuelle soulignées dans ce chapitre peuvent montrer la voie à prendre aux décideurs.

Même si le coût de l'adaptation peut s'avérer élevé, le coût éventuel pour la santé ainsi que la qualité de vie des Canadiens sera encore plus élevé si aucune mesure d'adaptation aux risques pour la santé associés au climat n'est planifiée et implantée (Santé Canada, 2005a; Street et coll., 2005). L'expérience a démontré qu'il en coûtait moins d'investir pour consolider la capacité que de réparer les dommages causés par une catastrophe. Corriger les lacunes que présentent actuellement les mesures de santé publique et de gestion des situations d'urgence pourrait améliorer de façon significative la capacité des Canadiens à réduire les risques pour la santé liés aux changements climatiques qui surviendront au Canada.

Les gouvernements, les collectivités et les individus devraient cerner les vulnérabilités futures et planifier de nouvelles mesures d'adaptation afin d'augmenter la capacité requise pour contrer les risques émergents.
Les gouvernements et les collectivités doivent agir de façon proactive, établir de nouvelles stratégies d'adaptation et de nouveaux partenariats, afin de se doter des capacités d'adaptation qui seront indispensables à l'avenir. L'étude contenue dans ce chapitre des rôles et des responsabilités en jeu dans le processus d'adaptation donne à penser que les sphères de responsabilité sont en général bien définies, même si des lacunes peuvent subsister sur des points précis. De nouvelles collaborations sont nécessaires pour faire face aux risques climatiques croissants qui tendent à ne pas respecter les limites territoriales et à provoquer des événements potentiellement bien plus sérieux et plus fréquents que par le passé.

Les vulnérabilités en matière de santé doivent être évaluées à l'échelle régionale et communautaire, afin d'identifier les points où, localement, les mesures de santé publique et de gestion des urgences en place, ainsi que celles d'autres secteurs, ont besoin d'être renforcées pour réduire les risques pour la santé. Au Canada, les responsables de la santé publique et de la gestion des situations d'urgence disposent de plusieurs approches leur permettant d'évaluer la vulnérabilité et les options d'adaptation. Il faudra réaliser des études locales et régionales pour bien comprendre les facteurs qui sont source de vulnérabilités et pour guider le choix et la mise en œuvre des mesures à privilégier pour une gestion des risques efficace. Les avenues de recherche prioritaires pour de telles évaluations sont détaillées à la section 8.11 du présent chapitre : « Besoins en matière de recherche et lacunes sur le plan des connaissances ».

Les responsables des systèmes de soins de santé et services sociaux doivent se préparer aux effets anticipés des changements climatiques sur la santé des individus et celle des communautés.

Des efforts doivent être déployés afin de se préparer pour faire face aux pressions accrues qui, selon les prévisions, seront exercées par les risques pour la santé associés au climat. Les tendances démographiques suggèrent à penser que la croissance prévue de la population au Canada et, plus particulièrement, l'importance accrue de la cohorte de personnes âgées, pourraient contribuer à ces pressions. Le secteur de la santé doit agir de façon proactive face aux risques pour la santé associés aux changements climatiques, aidé en cela par les rôles centraux qu'il joue dans l'évaluation des risques et dans le processus d'adaptation (p. ex., les activités de surveillance des maladies). Les charges de travail accrues, associées au fait qu'il y a de plus en plus d'urgences causées par des dangers naturels, pourraient réduire la capacité du système de santé à protéger les citoyens et leurs familles (McBean et Henstra, 2003). Développer les capacités suffisantes pour gérer le stress supplémentaire généré par les changements climatiques est essentiel pour la protection de la santé des Canadiens.

En conclusion, les opportunités existent au Canada pour profiter des chances qui se présentent de protéger la santé et le bien-être des Canadiens contre la variabilité climatique actuelle et les changements climatiques à venir. Notre capacité à faire des progrès en ce sens dépend de notre empressement et de notre détermination à nous préparer aux changements prochains ou éloignés et à utiliser à son maximum la capacité actuelle de réduction des risques. Tous les ordres de gouvernement devront travailler de concert, avec les parties intéressées, comme les associations professionnelles, les dirigeants communautaires, les entreprises, les organismes bénévoles et les intervenants de la santé publique, pour contrer les effets des changements climatiques sur la santé. Les futures collaborations profiteront du progrès des connaissances en ce qui a trait aux risques pour la santé associés aux changements climatiques auxquels font face les Canadiens, et de l'expérience acquise en matière de santé publique au cours d'interventions réussies face à des problèmes de santé environnementale. Il est possible de parvenir rapidement à des résultats, et de les maintenir, en sensibilisant davantage les Canadiens aux risques pour la santé que représente un climat en évolution.

8.13 ANNEXES

Annexe 1 : Types d'alertes et d'avertissements météorologiques émis par Environnement Canada

Orages violents Tornade Nuages en entonnoir Entonnoir d'air froid Trombe terrestre Trombe marine	Tempête tropicale Ouragan Onde de tempête Chaleur et humidité accablantes Vague de chaleur Humidex	Pluie Pluie verglaçante Bruine verglaçante Refroidissement soudain	Vents violents Les Suêtes Vents Wreckhouse Vents marins Chasse-poussière	Blizzard Poudrerie Neige Bourrasques de neige Tempête d'hiver Refroidissement éolien Vague de froid Poussée d'air arctique Gel Intempéries variées Brouillard-fumée UV Qualité de l'air

Source : Environnement Canada, 2007b.

Annexe 2 : Plans d'intervention en cas d'alerte de vague de chaleur au Canada

Municipalités		Industries
Capitale nationale (Québec)	Laurentides	The Construction Safety Association of Ontario (Heat Response Plan)
Chaudières-Appalaches	Lanaudière	Occupational Health Clinics for Ontario Workers Inc. (Humidex Based Heat Response Plan)
Brampton	Laval	Occupational Health and Safety Division, Workers Compensation Board of Prince Edward Island (Guide to Heat Stress)
Burlington	Mauricie-Bois-Francs	Ontario Forestry Safe Workplace Association (Heat Response Plan)
Hamilton	Montérégie	
Kingston	Montréal	
London	Outaouais	
Mississauga	Région de Peel	
Ottawa	Municipalité régionale de Halton	
Sudbury	Région de Waterloo	
Toronto	Markham	
Estrie	Oakville	

Annexe 3 : Certaines villes canadiennes munies d'un plan concernant les changements climatiques

- Calgary
- Edmonton
- Halifax
- Ottawa
- Sudbury
- Toronto
- Vancouver
- Winnipeg
- Montréal

8.14 RÉFÉRENCES

Adger, W.N. Social aspects of adaptive capacity [Aspects sociaux de la capacité d'adaptation], dans J.B. Smith, R.J.T. Klein et S. Huq (dir.), *Climate change, adaptive capacity and development* [Changements climatiques, capacité d'adaptation et développement], Londres, Imperial College Press, p. 29-50, 2003.

Adger, W.N., N. Brooks, M. Kelly, G. Bentham, M. Agnew et coll. *New indicators of vulnerability and adaptive capacity* [Nouveaux indicateurs de la vulnérabilité et de la capacité d'adaptation], Document de travail du Tyndall Centre, Norwich, R.-U., Tyndall Centre for Climate Change Research, 2003.

Adger, W.N., E. Tompkins, R. Warren, N. Arnell, K. Anderson et coll. Evidence to the *Stern review on the economics of climate change* [Evidence pour la revue Stern sur les aspects économiques des changements climatiques], Norwich, R.-U., Tyndall Centre for Climate Change Research, 2005.

Affaires indiennes et du Nord Canada (AINC). *La Première nation de Walpole Island construira une usine de traitement de l'eau de dix millions de dollars,* 2007. Consulté le 16 janvier 2005, à l'adresse http://www.ainc-inac.gc.ca/nr/prs/s-d2005/2-02747_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Rapport sur la surveillance canadienne intégrée. Salmonella, Campylobacter, E. coli pathogène et Shigella, de 1996 à 1999,* vol. 29S1, 2003. Consulté le 2 mars 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/publicat/ccdr-rmtc/03vol29/29s1/index_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Réseau mondial d'information en santé publique,* 2004. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/media/nr-rp/2004/2004_gphin-rmispbk_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Les SIG pour la pratique en santé publique,* 2006. Consulté le 18 décembre 2006, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/php-psp/pdf/2005_brochure_f_gis.pdf

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Le nouveau gouvernement du Canada engage un investissement additionnel pouvant atteindre 25 millions de dollars pour un nouveau laboratoire de fabrication de vaccins de pointe visant à protéger la sécurité et la santé des Canadiens et Canadiennes,* 2007a. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/media/nr-rp/2007/2007_01_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Sujets de santé : Les maladies chroniques – Quels sont les principaux facteurs de risque?,* 2007b Consulté le 12 décembre 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/ccdpc-cpcmc/topics/chronic-disease_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Système canadien intégré de la santé publique (SCISP),* 2007c Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/php-psp/ciphs_f.htm

Agence européenne pour l'environnement. *Vulnerability and adaptation to climate change in Europe* [Vulnérabilité et adaptation aux changements climatiques en Europe], Rapport technique de l'AEE, nº 7/2005, Copenhague, 2006.

Angus, J. *An evaluation of Toronto's heat watch warning system* [Évaluation du système de veille et d'avertissement de chaleur de Toronto], Toronto, University of Toronto, 2006.

Association canadienne de santé publique (ACSP). *Créer les conditions de la santé,* présenté à la Commission sur l'avenir des soins de santé au Canada, Ottawa, 2001a.

Association canadienne de santé publique (ACSP). *Résolutions et motions – 2001,* 2001b. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://acsp.cpha.ca/francais/policy/resolu/2000s/2001/page1.htm

Association canadienne de santé publique (ACSP). Table ronde sur la santé et le changement climatique, *Plan stratégique sur la santé et le changement climatique : cadre de collaboration,* Ottawa, 2001c.

Association médicale canadienne (AMC). *7e Bulletin national annuel sur la santé,* Ipsos Reid Corporation, 2007. Consulté le 31 octobre 2007, à l'adresse http://www.cma.ca/multimedia/cma/Content_images/Inside_cma/Annual_Meeting/2007/GC_page/Report_Card_f.pdf

Association pour la santé publique de l'Ontario. *Climate change and human health: Position paper and resolution adopted by the Ontario Public Health Association* [Les changements climatiques et la santé humaine : document d'orientation et résolution adoptée par l'Association pour la santé publique de l'Ontario], Toronto, 2004.

Atlas du Canada. *Cotes de gravité des feux de forêt, 2050 à 2059,* 2007a. Consulté le 10 mars 2007, à l'adresse http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/climatechange/potentialimpacts/severityratingsforestfires2050-2059/interactivemap_view?mapsize=428+380&scale=41953025.267029&mapxy=431453.9620327102+1853443.1629672893&mode=zoomin&layers=&urlappend=%26map_scalebar_imagecolor%3D255+255+255

Atlas du Canada. *Sensibilité des régions fluviales au changement climatique,* 2007b. Consulté le 10 mars 2007, à l'adresse http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/climatechange/potentialimpacts/sensitivityriverregions/interactivemap_view?mapsize=428+380&scale=41953025.267029&mapxy=431453.9620327102+1853443.1629672893&mode=zoomin&layers=&urlappend=%26map_scalebar_imagecolor%3D255+255+255

Ballard, A. et R. Lidster. Denial as projections place BC cities under water [Déni face aux projections de la menace de l'élévation du niveau de la mer pour certaines villes de la Colombie-Britannique], *The Tyee,* le 7 novembre 2006. Consulté le 28 mars 2007, à l'adresse http://thetyee.ca/News/2006/11/07/Immersed/

Barg, S. et D. Swanson. *Implementing adaptive policies – Project paper #2* [Application des politiques en matière d'adaptation – article de projet no 2], préparé par le projet de recherche conjoint IISD-TERI-IDRC intitulé : Designing policies that can adapt to a world of uncertainty, change and surprise: Adaptive policymaking for agriculture and water resources, Ottawa, Institut international du développement durable (IIDD), 2005.

Barker, I.K. et L.R. Lindsay. Lyme borreliosis in Ontario: Determining the risks [Établissement du risque de borréliose de Lyme en Ontario], *Journal de l'Association médicale canadienne (JAMC),* vol. 162, no 11, p. 1573-1574, 2000.

Base de données canadienne sur les désastres. *Frequency of Natural Disasters in Canada, 1900 – 2006* [Fréquence des catastrophes naturelles au Canada de 1900 à 2006], Sécurité publique Canada, 2007

Basu, R. et J. Samet. Relation between elevated ambient temperature and mortality: A review of the epidemiologic evidence [Relation entre la température ambiante élevée et la mortalité : examen des indications épidémiologiques], *Epidemiologic Reviews,* vol. 24, no 2, p. 190-202, 2002.

Bellisario, L.M., J. McGee et N. Nirupama. Emergency management education in Canada: A view from the crossroads [Éducation en matière de gestion des urgences au Canada, dans une perspective à la croisée des chemins], dans E.C. Haque et D. Etkin (dir.), *Building partnerships for risk and hazards mitigation and response,* Montréal, McGill – Queen's University Press, 2007.

Berry, P. Planifier l'avenir : Atténuer les effets des changements climatiques sur la santé, *Recherche sur les politiques de santé,* vol. 11, p. 35-38, 2005.

Brooks, N. et W.N. Adger. Assessing and enhancing adaptive capacity [Évaluation et renforcement de la capacité d'adaptation], dans B. Lim et E. Spanger-Siegfried (dir.), *Adaptation policy frameworks for climate change: Developing strategies, policies and measures,* New York, Cambridge University Press, p. 165-182, 2004.

Bruce, J.A., K.F. Donovan et M.J. Hornof. *Emergency management education in Canada* [Éducation en matière de gestion des urgences au Canada], préparé pour Sécurité publique et protection civile Canada, Ottawa, 2005.

Bureau du vérificateur général du Canada. L'adaptation aux répercussions des changements climatiques, dans *2006 – Rapport de la commissaire à l'environnement et au développement durable,* chapitre 2, Ottawa, 2006.

Cadre fédéral-provincial-territorial sur les mesures et interventions d'urgence. *Cadre de gestion canadien des mesures d'urgence : Lignes directrices sur l'élaboration des programmes,* Ottawa, 2004.

Canadian Broadcasting Corporation (CBC) News. *Southern Ontario heat wave to last another two weeks* [Le Sud de l'Ontario touché par une vague de chaleur qui durera encore deux semaines], le 12 juillet 2005. Consulté le 22 octobre 2007, à l'adresse http://www.cbc.ca/canada/story/2005/07/12/heat-050712.html

Canadian Broadcasting Corporation (CBC) News. *Diabetes rate in Ontario rose far faster than forecast: Study* [Étude sur le taux de diabète en Ontario qui connaît une hausse plus rapide que prévu], le 1er mars 2007. Consulté le 2 mars 2007, à l'adresse http://www.cbc.ca/health/story/2007/03/01/diabetes-soars.html

Canzi, M. *Actions being taken by GTA-CAC municipalities to reduce emissions from municipal vehicles* [Mesures prises par les partenaires municipaux du Clean Air Council de la région du Grand Toronto pour réduire les émissions des véhicules municipaux], Toronto, Clean Air Partnership (CAP), 2007. Consulté le 28 octobre 2007, à l'adresse http://www.cleanairpartnership.org/

Carty, P., P. Crabbe et D. Krewski. *A risk management approach to climate change and health impacts in Eastern Ontario* [Approche de gestion des risques liés aux changements climatiques et aux répercussions sur la santé dans l'Est de l'Ontario], Ottawa, Université d'Ottawa, Centre R. Samuel McLaughlin d'évaluation du risque sur la santé des populations, Institut de recherche sur la santé des populations, 2004.

Charron, D.F., T. Edge, M.D. Fleury, W. Galatianos, D. Gillis et coll. *Liens entre le climat, l'eau et les maladies d'origine hydrique, et impact prévu du changement climatique,* Rapport préparé pour Santé Canada, Ottawa, 2005.

Charron, D.F., M.K. Thomas, D.W. Waltner-Toews, J.J. Aramini, T. Edge et coll. Vulnerability of waterborne diseases to climate change in Canada: A review [Examen de la vulnérabilité des maladies d'origine hydrique aux changements climatiques au Canada], *Journal of Toxicology and Environmental Health,* vol. 67, no A, p. 1667-1677, 2004.

Cheng, S., M. Campbell, Q. Li, G. Li, H. Auld et coll. *Impacts différentiels et combinés sur la mortalité humaine dans le Centre-Sud du Canada des conditions météorologiques et de la pollution atmosphérique hivernales et estivales attribuables au réchauffement de la planète,* Rapport technique, programme de recherche sur les politiques en matière de santé, numéro de projet 6795-15-2001/4400011, 2005.

Chiotti, Q. *Review of risk management tools for protecting the health of Canadians from air pollution and heat waves in the face of a changing climate* [Examen des outils de gestion des risques pour la protection de la santé des Canadiens contre les effets de la pollution atmosphérique et les vagues de chaleur dans le contexte d'un climat en changement], ébauche de rapport préparée pour Santé Canada, Bureau des populations vulnérables et des changements climatiques, Ottawa, 2006.

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* [Vers un plan d'action en matière d'adaptation : les changements climatiques et la santé dans la région de Toronto-Niagara — Résumé à l'intention des responsables des politiques], Toronto, Pollution Probe, 2002.

Clean Air Partnership (CAP). *Cool Toronto project—Toronto's urban heat island mitigation and adaptation project* [Cool Toronto : projet de mesures d'atténuation et d'adaptation face à l'îlot de chaleur urbain de Toronto], 2004. Consulté le 2 février 2007, à l'adresse http://www.cleanairpartnership.org/cool_toronto.htm

Comité sénatorial permanent de la Sécurité nationale et de la défense. *Les urgences nationales : Le Canada, fragile en première ligne, stratégie de renforcement,* vol. 1, Ottawa, 2004.

Comité sénatorial permanent des Affaires sociales, de la science et de la technologie. *Réforme de la protection et de la promotion de la santé au Canada : Le temps d'agir,* rapport du Comité, quatorzième rapport, Ottawa, Gouvernement du Canada, 2003.

Commission sur l'avenir des soins de santé au Canada. *Rapport final, Guidé par nos valeurs : L'avenir des soins de santé au Canada,* Saskatoon, Bibliothèque nationale du Canada, 2002.

Croix-Rouge canadienne. *Prévoir l'imprévisible,* 2005. Consulté le 1 avril 2005, à l'adresse http://www.croixrouge.ca/article.asp?id=009914&tid=028

Croix-Rouge canadienne, Salvation Army et St. John Ambulance. *Garder la passion : Fidélisation des bénévoles occasionnels prenant part aux interventions d'urgence,* s.d.(a). Consulté le 24 février 2007, à l'adresse http://www.redcross.ca/cmslib/general/crc_disastermanagement_maintaining_f.pdf

Croix-Rouge canadienne, Salvation Army et St. John Ambulance. *Projet de secteur bénévole portant sur le cadre d'action en cas de situations d'urgence sanitaire,* s.d.(b). Consulté le 31 octobre 2006, à l'adresse http://www.redcross.ca/cmslib/general/crc_disastermanagement_voluntary_f.pdf

Davis, R.E., P.C. Knappenberger, W.M. Novicoff et P. Michaels. Decadal changes in heat-related human mortality in the Eastern United States [Changements au fil des décennies de la mortalité humaine liée à la chaleur dans l'Est des États-Unis], *Climate Research,* vol. 22, p. 175-184, 2002.

DeRomilly et DeRomilly Limited, Dillon Consulting Limited, Alan Bell Environmental Management Services, Cameron Consulting, Environment Canada et coll. *Adapting to a changing climate in Nova Scotia: Vulnerability assessment and adaptation options—Final report* [Rapport final : Adaptation à l'évolution du climat en Nouvelle-Écosse : évaluation de la vulnérabilité et mesures d'adaptation], préparé pour le ministère de l'Énergie de la Nouvelle-Écosse, Halifax, 2005.

Dolney, T.J. et S.C. Sheridan. The relationship between extreme heat and ambulance response calls for the City of Toronto, Ontario, Canada [Lien entre la chaleur intense et les appels aux services ambulanciers à Toronto, Ontario, Canada], *Environmental Research,* vol. 101, p. 94-103, 2005.

Dougherty, B. et B.O. Elasha. *Mainstreaming adaptation into national development plans* [Intégrer l'adaptation aux plans de développement national], dans le deuxième atelier régional de l'AIACC (Afrique et îles de l'océan Indien), Université duSénégal, Dakar, 2004. Consulté le 26 septembre 2005, à l'adresse http://www.aiaccproject.org/meetings/Dakar_04/Dakar_Final.pdf

Downing, T.E. et A. Patwardhan. Assessing vulnerability for climate adaptation [Évaluation de la vulnérabilité aux fins de l'adaptation au climat], dans B. Lim et E. Spanger-Siegfried (dir.), *Adaptation policy frameworks for climate change: Developing strategies, policies and measures,* UNDP/GEF, Cambridge, Cambridge University Press, p. 69-89, 2005.

Drebot, M.A., H. Artsob et D. Werker. Syndrome pulmonaire dû au Hantavirus au canada, 1989 – 1999, *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 26, nº 8, p. 65-69, 2000.

Ebi, K.L. Improving public health responses to extreme weather events [Amélioration des interventions en santé publique face aux phénomènes météorologiques extrêmes], dans W. Kirch, B. Menne et R. Bertollini (dir.), *Extreme weather events and public health responses,* New York, Springer Berlin-Heidelberg, 2005.

Ebi, K.L., J.B. Smith, I. Burton et S. Hitz. Adaptation to climate variability and change from a public health perspective [Adaptation aux changements et à la variabilité du climat dans une perspective de santé publique], dans K.L. Ebi, J.B. Smith et I. Burton (dir.), *Integration of public health with adaptation to climate change: Lessons learned and new directions,* Londres, Taylor & Francis, 2005.

Ebi K. Towards an early warning system for heat events [Vers la mise en place d'un système d'alerte rapide pour les épisodes de chaleur], *Journal of Risk Research,* vol. 10, nº 5, p. 729-744, 2007.

Egener, M. *Overview of emergency preparedness at the community level: A focus on public health aspects* [Aperçu des mesures d'intervention en cas d'urgence à l'échelle d'une collectivité : du point de vue de la santé publique], rapport préparé par Global Change Strategies International, Ottawa, Santé Canada, 2005.

Environics Research Group. *Élaboration d'un indice de la qualité de l'air fondé sur des critères de santé pour le Canada : Rapport final,* préparé pour Santé Canada, Ottawa, 2005. Consulté le 21 novembre 2006, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/alt_formats/hecs-sesc/pdf/air/out-ext/res-rech/aqi-iqa/summary-sommaire_f.pdf

Environics Research Group. *Health professionals' information needs: Air Quality Health Index—2006* [Besoins en matière de renseignements des professionnels de la santé : indice de la qualité de l'air axé sur la santé — 2006], Environics, 2006.

Environnement Canada. *Prévisions et faits saillants saisonniers : Automne 2002,* 2002. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/issues/seasonalforecast_fall02_f.htm

Environnement Canada. *Rapport annuel du Service météorologique du Canada : 2002 – 2003,* Ottawa, 2003.

Environnement Canada. *Dangers atmosphériques : Les très grandes chaleurs,* 2006. Consulté le 25 avril 2007, à l'adresse http://ontario.hazards.ca/maps/background/ExtremeHeat-f.html

Environnement Canada. *Alertes météorologiques canadiennes – Veilles, avertissements et bulletins météo spéciaux,* 2007a Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.msc-smc.ec.gc.ca/cd/brochures/warning_f.cfm?

Environnement Canada. *Les dix événements météorologiques canadiens les plus marquants de 2006,* 2007b Consulté le 28 mars 2007, à l'adresse http://www.msc.ec.gc.ca/media/top10/2006/topten2006_f.html?

Etkin, D., E. Haque, L. Bellisario et L. Burton. *Évaluation des catastrophes et des dangers naturels au Canada : Rapport à l'intention des décideurs et des praticiens,* Ottawa, Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC), 2004.

Evergreen Canada. *Grounds for action: New research report by learning grounds* [Un nouveau rapport de recherche fournit des raisons d'agir], 2007. Consulté le 28 février 2007, à l'adresse http://www.evergreen.ca/fr/

Falkiner, L. *Impact analysis of the Canadian Red Cross Expect the Unexpected Program* [Analyse des répercussions du programme Prévoir l'imprévisible de la Croix-Rouge canadienne], Institut de Prévention des Sinistres Catastrophiques, s.d. Consulté le 31 octobre 2006, à l'adresse http://www.redcross.ca/cmslib/general/imact_analysis_full_version.pdf

Fayer, R. Presidential address, Global change and emerging infectious diseases [Message annuel du président, Changements planétaires et nouvelles maladies infectieuses], *Journal of Parasitology,* vol. 86, nº 6, p. 1174-1181, 2000.

Fédération canadienne des municipalités (FCM). *À propos de Partenaires dans la protection du climat,* 2007. Consulté le 17 octobre 2007, à l'adresse http://www.collectivitesviables.fcm.ca/fr/Partners%2Dfor%2DClimate%2DProtection/

Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge. *Rapport sur les catastrophes dans le monde 2002,* Bloomfield, Kumarian Press, 2002. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.ifrc.org/fr/publicat/wdr2002/index.asp

Fédération internationale des Sociétés de la Croix-Rouge et du Croissant-Rouge. *Rapport sur les catastrophes dans le monde 2004 : Résumé,* Bloomfield, Kumarian Press, 2004. Consulté le 8 avril 2005, à l'adresse http://www.ifrc.org/fr/publicat/wdr2004/index.asp

Ferrier, N. *Évaluation nationale de la planification des mesures d'urgence dans les centres hospitaliers du Canada,* Ottawa, Gouvernement du Canada, Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile, 2002.

Fondation des maladies du cœur du Canada. *Le fardeau croissant des maladies cardiovasculaires et des accidents vasculaires cérébraux,* Ottawa, 2003. Consulté le 17 juin 2006, à l'adresse http://www.cvdinfobase.ca/cvdbook/CVD_Fr03.pdf

Ford, J.D. et B. Smit. A framework for assessing vulnerability of communities in the Canadian Arctic to risks associated with climate change [Cadre d'évaluation de la vulnérabilité des collectivités de l'Arctique canadien], *Arctic,* vol. 57, nº 4, p. 389-400, 2005.

Furgal, C.M. *Climate change and health in the Canadian North: What we know and where we are going* [Les changements climatiques et la santé dans le Nord canadien : ce que nous savons et dans quelle direction nous allons], rapport présenté lors de l'atelier sur les changements climatiques et la santé organisé par Santé Canada à l'intention des responsables de la santé dans le Nord, Yellowknife, 6-7 juillet 2002, 2002.

Füssel, H.M. et J.T. Klein. *Conceptual frameworks of adaptation to climate change and their applicability to human health* [Cadres conceptuels d'adaptation aux changements climatiques et possibilité d'application à la santé humaine], Potsdam, Allemagne, Potsdam Institute for Climate Impact Research, 2004.

Gaulin, C., M. Couillard, P.A. Pilon, M. Tremblay, L. Lambert et coll. Bilan de la surveillance des infections humaines par le virus du Nil occidental au Québec, 2003, *Relevé des maladies transmissibles au Canada,* vol. 30, p. 97-104, 2004.

Gosselin, P. La santé, dans C. DesJarlais, A. Bourque, R. Decoste, C. Demers, P. Deschamps et coll. (dir.), *S'adapter aux changements climatiques,* Montréal, Consortium Ouranos, 2004.

Gouvernement de la Colombie-Britannique. *Weather, climate and the future—BC's plan* [Les conditions météorologiques, le climat et l'avenir : plan de la C.-B.], 2004. Consulté le 2 décembre 2006, à l'adresse http://www.env.gov.bc.ca/air/climate/cc_plan/pdfs/bc_climatechange_plan.pdf

Gouvernement de l'Ontario. *Loi sur la protection civile et la gestion des situations d'urgence*, Loi et règlement de l'Ontario, Toronto, 2006. Consulté le 21 novembre 2006, à l'adresse http://www.e-laws.gov.on.ca/html/statutes/french/elaws_statutes_90e09_f.htm

Gouvernement de Terre-Neuve-et-Labrador. *Climate change action plan 2005* [Plan d'action à l'égard des changements climatiques], 2005. Consulté le 28 novembre 2006, à l'adresse http://www.env.gov.nl.ca/env/

Gouvernement du Canada. *Vieillir au Canada,* rapport préparé par Santé Canada de concert avec le Comité interministériel sur les questions relatives au vieillissement et aux aînés, Ottawa, 2002.

Gouvernement du Canada. *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement 2006,* Statistique Canada, nº 16-251-XIF au catalogue, 2006. Consulté le 22 novembre 2006, à l'adresse http://www.environmentandresources.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=6F66F932-1

Gouvernement du Canada. *Indicateurs canadiens de durabilité de l'environnement 2007 : Faits saillants,* Environnement Canada, nº EN81-5/1-2007-1F au catalogue, 2007. Consulté le13 novembre 2007, à l'adresse http://www.environmentandresources.gc.ca/default.asp?lang=Fr&n=2102636F-1

Gouvernement du Québec. *Le Québec et les changements climatiques : Un défi pour l'avenir. Plan d'action 2006 – 2012,* Québec, 2006. Consulté le 21 novembre 2006, à l'adresse http://www.mddep.gouv.qc.ca/changements/plan_action/2006-2012_fr.pdf

Grambsch, A. et B. Menne. Adaptation and adaptive capacity in the public health context [Adaptation et capacité d'adaptation dans le contexte de la santé publique], dans A.J. McMichael, D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.), *Changement climatique et santé humaine : Risques et mesures à prendre (résumé seulement),* Genève, Organisation mondiale de la Santé, 2003.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability* [Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité], contribution du Groupe de travail II au troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability* [Bilan 2007 des changements climatiques : impacts, adaptation et vulnérabilité], contribution du Groupe de travail II au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Secrétariat du GIEC, 2007a.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate change 2007: The physical science basis* [Changements climatiques 2007 : Les éléments scientifiques], contribution du Groupe de travail I au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Genève, Secrétariat du GIEC, 2007b.

Gutman, G.M. *Seniors and natural disasters: A synthesis of four Canadian case studies* [Synthèse des études de cas : les répercussions des catastrophes naturelles sur les personnes âgées], préparé pour l'Agence de la santé publique du Canada (ASPC), Ottawa, 2007.

Haines, A., R.S. Kovats, D. Campbell-Lendrum et C. Corvalan. Climate change and human health: Impacts, vulnerability, and mitigation [Les changements climatiques et la santé humaine : impacts, vulnérabilité et atténuation], *Lancet,* vol. 367, nº 9528, p. 2102-2109, 2006.

Haque, C.E. *Détermination de l'importance des enjeux liés à l'atténuation de tous les risques dans les collectivités non-urbaines du Canada,* présenté au Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile, Ottawa, 2002.

Harchaoui, T.M., F. Tarkhani et P. Warren. *L'infrastructure publique au Canada : où en sommes-nous?* Ottawa, Statistique Canada, 2003.

Hengeveld, H., B. Whitewood et A. Fergusson. *Une introduction au changement climatique – une perspective canadienne,* 2005. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.msc.ec.gc.ca/education/scienceofclimatechange/understanding/icc/index_f.html

Hogg, W., P. Huston, C. Martin et E. Soto. Améliorer la réponse de la santé publique en cas d'épidémie d'infections respiratoires : Les médecins de famille sont-ils vraiment prêts et disposés à fournir de l'aide? *Le médecin de famille canadien,* vol. 52, p. 1255-1260, octobre 2006.

Hutton, D. *Psychosocial aspects of climate change in Canada: A review of current literature and research recommendations* [Aspects psychologiques des changements climatiques au Canada : examen de la littérature actuelle et des recommandations des études], rapport préparé pour Santé Canada, Ottawa, 2005.

Infrastructure Canada. *The state of infrastructure in Canada: Implications for infrastructure planning and policy* [L'état de l'infrastructure au Canada : implications pour la planification et les politiques visant l'infrastructure], rapport préparé par S.M. Mirza et M. Haider, du département de génie civil de l'Université McGill, à l'intention d'Infrastructure Canada, Ottawa, 2003. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.regionomics.com/infra/Draft-July03.pdf

Infrastructure Canada. *L'adaptation des infrastructures du Canada aux changements climatiques dans les villes et collectivités : Une analyse documentaire,* Ottawa, Infrastructure Canada, Division de la recherche et de l'analyse, 2006.

Institut canadien d'information sur la santé (ICIS). *Comprendre les temps d'attente dans les services d'urgence,* Ottawa, 2005. Consulté le 21 novembre 2006, à l'adresse http://secure.cihi.ca/cihiweb/dispPage.jsp?cw_page=AR_1266_F

Institut canadien d'information sur la santé (ICIS). *Indicateurs de la santé,* Ottawa, 2006a. Consulté le 17 novembre 2006, à l'adresse http://secure.cihi.ca/indicators/june_2006/fr/hlthind06_f.shtml

Institut canadien d'information sur la santé (ICIS). *Temps d'attente et soins de santé au Canada : ce que nous savons et ce que nous ignorons,* Ottawa, 2006b. Consulté le 21 novembre 2006, à l'adresse http://secure.cihi.ca/cihiweb/dispPage.jsp?cw_page=AR_1385_F

Institut de Prévention des Sinistres Catastrophiques (IPSC) et Protection civile Canada (PCC). *A national mitigation policy: Findings from a national consultation on Canada preparedness for disasters* [Une politique d'atténuation nationale : résultats issus d'une consultation nationale sur les mesures d'intervention en cas d'urgence du Canada], Toronto, 1998.

Institut de recherche sur la santé des populations. *Atelier d'experts sur le changement climatique et la santé et le bien-être au Canada : principales conclusions et recommandations,* rapport préparé pour Santé Canada, Ottawa, 2002.

Ipsos-Reid Corporation. *Public views on weather warnings—Final report* [Rapport final – Commentaires du public sur les avertissements météorologiques], rapport présenté à Environnement Canada, Ottawa, 2001.

Koppe, C., S. Kovats, G. Jendritzky et B. Menne. *Heat waves: Risks and responses* [Vagues de chaleur : risques et interventions], Copenhague, Organisation mondiale pour la santé (OMS), 2004.

Kovacs, P. Hope for the best and prepare for the worst: How Canada's insurers stay a step ahead of climate change [Se préparer au pire et souhaiter que tout aille pour le mieux : comment les assureurs du Canada maintiennent une longueur d'avance sur les changements climatiques], *Policy Options,* vol. 27, nº 1, p. 52-57, 2006.

Kovats, S. et K. Ebi. Heatwaves and public health in Europe [Vagues de chaleur et santé publique en Europe], *European Journal of Public Health,* vol. 16, nº 6, p. 592-599, 2006.

Kovats, R.S. et A. Haines. Global climate change and health: Recent findings and future steps [Les changements climatiques et la santé à l'échelle mondiale : récentes constations et prochaines étapes], *Journal de l'Association médicale canadienne (JAMC),* vol. 172, nº 4, p. 501, 2005.

Kovats, R.S. et G. Jendritzky. Heat-waves and human health [Vagues de chaleur et santé humaine], dans B. Menne et K.L. Ebi (dir.), *Climate change and adaptation strategies for human health,* Allemagne, Steinkopff Verlag Darmstadt, p. 63-97, 2006.

Kovats, S., K.L. Ebi et B. Menne. *Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change* [Méthodes d'évaluation de la vulnérabilité sur le plan de la santé humaine et des mesures d'adaptation aux changements climatiques], Health and Global Environmental Change, serie nº 1, rapport préparé pour l'Organisation mondiale de la Santé, l'Organisation météorologique mondiale, Santé Canada, le Programme des Nations Unies pour l'environnement, Copenhague, Danemark, 2003.

Kovats, S. et C. Koppe. Heat waves: Past and future impacts on health [Vagues de chaleur : répercussions passées et futures sur la santé], dans K.L. Ebi, J.B. Smith et I. Burton (dir.), *Integration of public health with adaptation to climate change: Lessons learned and new directions,* préface, Londres, Taylor & Francis, 2005.

Kuban, R. et H. MacKenzie-Carey. *Community-Wide Vulnerability and Capacity Assessment (CVCA)* [Évaluation de la capacité et de la vulnérabilité à l'échelle d'une collectivité], rapport préparé pour le Bureau de la protection des infrastructures essentielles et de la protection civile, Ottawa, Travaux publics et Services gouvernementaux, 2001.

Lambert, T.W., C.L. Soskolne, V. Bergum, J. Howell et J.B. Dossetor. Ethical perspectives for public and environmental health: Fostering autonomy and the right to know [Santé publique et environnementale dans une perspective éthique : encourager l'autonomie et le droit de savoir], *Environmental Health Perspectives,* vol. 111, nº 2, p. 133-137, 2003.

Le Conference Board du Canada. *Adaptation aux changements climatiques : Le Canada est-il prêt?* Ottawa, 2006.

Le Conference Board du Canada. *Operationalizing adaptation to climate change* [Rendre l'adaptation aux changements climatiques opérationnelle], exposé, Ottawa, 2007.

Lee, S.H., D.A. Levy, G.F. Craun, M.J. Beach et R.L. Calderon. Surveillance for waterborne disease outbreaks – United States, 1999 – 2000 [Surveillance des éclosions de maladies d'origine hydrique — États-Unis, 1999 – 2000], *Morbidity and Mortality Weekly Report,* vol. 51, p. 1-47, 2002.

Lemmen, D.S. et F.J. Warren. *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne,* Ottawa, Ressources naturelles Canada (RNCan), 2004.

Lemmen, D.S., F.J. Warren, J. Lacroix et E. Bush (dir.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007,* Ottawa, Gouvernement du Canada, 2008.

Levy, D.A., M.S. Bens, G.F. Craun, R.L. Calderon et B.L. Herwaldt. Surveillance for waterborne disease outbreaks – United States, 1995 – 1996 [Surveillance des éclosions de maladies d'origine hydrique – États-Unis, 1995 – 1996], *Morbidity and Mortality Weekly Report,* vol. 47, p. 1-34, 1998.

Ligeti, E., I. Wieditz et J. Penney. *A scan of climate change impacts on Toronto* [Examen des répercussions des changements climatiques à Toronto], rapport préparé pour Ressources naturelles Canada, Ottawa, 2006. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.cleanairpartnership.org/pdf/climate_change_scan.pdf

MacLean, J.D., A. Demers, M. Hdao, E. Kokoskin, B.J. Wardet et coll. Malaria epidemics and surveillance systems in Canada [Systèmes de surveillance des épidémies de maladies], *Emerging Infectious Diseases,* vol. 10, nº 7, p. 1195-1201, 2004.

McBean, G. The worst is yet to come: Hurricanes and global warming [Le pire est à venir : ouragans et réchauffement planétaire], *Policy Options,* vol. 27, nº 1, p. 21-26, 2006.

McBean, G. et D. Henstra. *Climate change, natural hazards and cities,* Institut de Prévention des Sinistres Catastrophiques (IPSC), Collection de rapports de recherche nº 31, préparé pour Ressources naturelles Canada (RNCan), Ottawa, mars 2003.

McGeehin, M. et M. Mirabelli. The potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States [Les impacts potentiels du changement et de la variabilité du climat sur la morbidité et la mortalité liées aux températures aux États-Unis], *Environmental Health Perspectives,* vol. 109, suppl. 2, p. 185-189, 2001.

McMichael, A.J., D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.), *Climate change and health: Risks and responses* [Les changements climatiques et la santé : risques et interventions], Genève, Organisation mondiale de la Santé (OMS), 2003.

Mehdi, B., C. Mrena, A. Douglas, L. Connolly-Boutin, R. Sydneysmith et coll. *S'adapter aux changements climatiques : Une introduction à l'intention des municipalités canadiennes,* 2006. Consulté le 29 mars 2007, à l'adresse http://www.c-ciarn.ca/pdf/adaptations_f.pdf

Menne, B. et R. Bertollini. Health and climate change: A call for action [Les changements climatiques et la santé : un appel à l'action], *British Medical Journal (BMJ),* vol. 331, nº 7528, p. 1283-1284, 2005.

Menne, B. et K.L. Ebi (dir.). *Climate change and adaptation strategies for human health* [Les stratégies d'adaptation face aux impacts des changements climatiques sur la santé], Allemagne, Steinkopff Verlag Darmstadt, 2006.

Mileti, D.S. *Disasters by Design: A Reassessment of Natural Hazards in the United States* [Réévaluation des catastrophes naturelles aux États-Unis], Washington, D.C., Joseph Henry Press, 1999.

Ministère de la Sécurité communautaire et des Services correctionnels de l'Ontario. *Un système d'avertissement sur les situations d'urgence bénéficiera aux collectivités de l'Ontario,* le 6 octobre 2006. Consulté le 21 novembre 2006, à l'adresse http://ogov.newswire.ca/ontario/GPOF/2006/10/06/c5913.html?lmatch=&lang=_f.html

Ministry of Water, Land and Air Protection de la Colombie-Britannique (C.-B.). *Indicators of climate change for British Columbia 2002* [Indicateurs de changements climatiques pour la Colombie-Britannique en 2002], 2002. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.env.gov.bc.ca/air/climate/indicat/pdf/indcc.pdf

Municipalité régionale d'Halifax. *Climate SMART—Be cool: Reduce global warming and climate risks* [Le programme Climate SMART—Be cool contribue à la réduction du réchauffement planétaire et des risques liés au climat], Halifax, 2006. Consulté le 21 novembre 2006, à l'adresse http://www.halifax.ca/climate/solution.html

Munro, M. The big melt: Canada's North on the frontline of change [La fonte généralisée des glaces dans le Nord canadien], *CanWest News Service,* le 4 octobre 2006. Consulté le 6 octobre 2006, à l'adresse http://www.canada.com/cityguides/halifax/info/story.html?id=8851d940-0b3e-4ef2-93ba-8dda0ff1836b&k=64479

Murphy, B.L. *Emergency management and the August 14th, 2003 blackout* [Gestion des urgences et la grande panne d'électricité du 14 août 2003], Institut de Prévention des Sinistres Catastrophiques (IPSC), Collection d'articles de recherche—nº 40, Toronto, Institut de Prévention des Sinistres Catastrophiques, 2004.

Murphy, B.L., L. Falkiner, G. McBean, H. Dolan et P. Kovacs. *Enhancing local level emergency management: The influence of disaster experience and the role of households and neighbourhoods* [Renforcer le niveau local de préparation et d'intervention en cas d'urgence à la lumière de l'expérience acquise lors de catastrophes et du rôle joué individuellement ou collectivement par les résidents d'un même quartier], Institut de Prévention des Sinistres Catastrophiques Collection d'articles de recherche—nº 43, Toronto, Institut de Prévention des Sinistres Catastrophiques, 2005.

Nickels, S., C. Furgal, M. Buell et H. Moquin. *Putting the human face on climate change: Perspectives from Inuit in Canada* [Situer les changements climatiques dans un contexte humain : du point de vue des Inuits au Canada], Québec, Université Laval, 2006.

Noble, D., J. Bruce et M. Egener. *Global change strategies international. An overview of the risk management approach to adaptation to climate change in Canada* [Aperçu de l'approche de gestion des risques en matière d'adaptation aux changements climatiques au Canada de Global change strategies international], préparé pour Ressources naturelles Canada, Ottawa, 2005.

Nugent, O. *The smog primer* [L'abc du smog], Toronto, Pollution Probe, 2002. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.pollutionprobe.org/Reports/smogprimer.pdf

Ogden, N.H., M. Bigras-Poulin, C.J. O'Callaghan, I.K. Barker, L.R. Lindsay et coll. A dynamic population model to investigate effects of climate on geographic range and seasonality of the tick Ixodes scapularis [Modèle dynamique d'une population permettant d'examiner les effets du climat sur la distribution géographique et la saisonnalité de la tique Ixodes scapularis], *International Journal of Parasitology,* vol. 35, p. 375-389, 2005.

Ogden, N.H., L.R. Lindsay, G. Beauchamp, D. Charron, A. Maarouf et coll. Investigation of relationships between temperature and developmental rates of tick Ixodes scapularis (Acari: Ixodidae) in the laboratory and field [Examen des liens entre la température et la vitesse de développement de la tique Ixodes scapularis (Acari: Ixodidae) en laboratoire et sur le terrain], *Journal of Medical Entomology,* vol. 41, nº 4, p. 622-633, 2004.

Oliver, S.L., A.M. Dastjerdi, S. Wong, L. El-Attar, C. Gallimore et coll. Molecular characterization of bovine enteric caliciviruses: A distinct third genogroup of Noroviruses (Norwalk-like viruses) unlikely to be of risk to humans [Caractérisation moléculaire des calicivirus entériques trouvés chez les bovins : ils se distinguent des Norovirus de génogroupe III (apparentés aux virus Norwalk) et ne constituent pas un risque pour les humains], *Journal of Virology,* vol. 77, p. 2789-2798, 2003.

Ontario Medical Association. *The illness costs of air pollution: 2005 – 2026. Health and economic damage estimates* [Le coût de la pollution atmosphérique en termes de maladies : 2005 – 2006. Estimations des dommages pour la santé et l'économie], 2005. Consulté le 5 août 2005, à l'adresse https://www.oma.org/Health/smog/icap.asp

Organisation mondiale de la Santé (OMS). *Floods: Climate change and adaptation strategies for human health—Report on a WHO meeting* [Rapport d'une réunion de l'OMS—Inondations : changements climatiques et stratégies d'adaptation pour la santé humaine], Copenhague, Bureau régional de l'OMS pour l'Europe, 2002.

Organisation mondiale de la Santé (OMS). *Health and climate change: The "now and how"—A policy action guide* [Les changements climatiques et la santé : « ici et maintenant et comment », un guide d'actions stratégiques], Copenhague, 2005.

Ormond, P. *GRIDS background study: Hamilton's vulnerability to climate change* [Étude de référence dans le cadre de la GRID (stratégie de développement intégré liée à la croissance) : la vulnérabilité de Hamilton aux changements climatiques], rapport préparé pour la Ville de Hamilton par ECO5 Inc, 2004.

Pachauri, R.K. Foreword [Avant-propos], dans K.L. Ebi, J.B. Smith et I. Burton (dir.), *Integration of public health with adaptation to climate change: Lessons learned and new directions* [Prise en compte de la santé publique dans les mesures d'adaptation aux changements climatiques], Londres, Taylor & Francis, 2005.

Paszkowski, D. *Heat management in Canadian communities* [Gestion de la chaleur dans les collectivités canadiennes], préparé pour Santé Canada, 2007.

Penney, J. et I. Wieditz. *Cities preparing for climate change: A study of six urban regions* [Étude de six régions urbaines : des villes se préparent aux changements climatiques], préparé par le Clean Air Partnership (CAP) pour Ressources naturelles Canada (RNCan), 2007.

Pepperell, C., N. Rau, S. Krajden, R. Kern, A. Humar et coll. West Nile virus infection in 2002: Morbidity and mortality among patients admitted to hospital in south central Ontario [Infections causées par le virus du Nil occidental en 2002 : morbidité et mortalité chez des patients admis à l'hôpital dans le Centre-Sud de l'Ontario], *Journal de l'Association médicale canadienne (JAMC),* vol. 168, nº 11, p. 1399-1405, 2003.

Philpot, A. *Scan of literature on drinking water, infectious disease control and food safety in Canada's 10 provinces* [Examen de la littérature sur l'eau potable, la lutte contre les maladies infectieuses et la sécurité sanitaire des aliments dans dix provinces canadiennes], rapport préparé pour Santé Canada par l'Association canadienne de santé publique (ACSP), 2006.

Pinner, R.W., C.A. Rebmann, A. Schuchat et J.M. Hughes. Disease surveillance and the academic, clinical, and public health communities [Surveillance des maladies et collectivités universitaire, hospitalière et responsables de la santé publique], *Emerging Infectious Disease Journal,* vol. 9, nº 7, p. 781-787, 2003.

POLLARA. *Health care in Canada—Survey 2006* [Soins de santé au Canada – Enquête de 2006], Neuvième enquête annuelle nationale menée en collaboration avec les partenaires de SSSC, 2006. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.who.int/patientsafety/news/2006_hcic.pdf

Regional District of Central Okanagan. *Regional growth strategy: Air quality discussion paper* [Stratégie de croissance régionale : document de travail sur la qualité de l'air], Kelowna, District régional de Central Okanagan, 2001.

Remedios, J.D. *Risk perception and risk communication: A holistic approach to disaster resilience* [Perception des risques et communication des risques : une approche globale de résistance face aux catastrophes], Toronto, Gestion des situations d'urgence Ontario, 2005.

Ressources naturelles Canada (RNCan). *Sensibilités aux changements climatiques au Canada,* Ottawa, 2000. Consulté le 10 mars 2007, à l'adresse http://adaptation.nrcan.gc.ca/sensitivities/index_f.php

Ressources naturelles Canada (RNCan). *National climate change adaptation framework* [Cadre national d'adaptation aux changements climatiques], Ottawa, 2005. Consulté le 15 octobre 2006, à l'adresse http://adaptation.nrcan.gc.ca/app/filerepository/E84CC04097004024847DEDA0F9CB72C6.pdf

Riedel, D. La santé et le bien-être humain, dans D.S. Lemmen et F.J. Warren (dir.), *Impacts et adaptation liés aux changements climatiques : perspective canadienne,* Ottawa, Ressources naturelles Canada (RNCan), 2004. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://adaptation.nrcan.gc.ca/perspective/index_f.php

Roberts, J., M. Iqubal et J.L. Churchill. *Adaptation aux changements climatiques : Le Canada est-il prêt?* Ottawa, Le Conference Board du Canada, 2006.

Rotermann, M. *Utilisation des services de santé par les personnes âgées : La santé de la population canadienne—Rapport annuel,* Statistique Canada, *Rapports sur la santé-Supplément,* vol. 16, 2006. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.statcan.ca/francais/freepub/82-003-SIF/2005000/pdf/82-003-SIF20050007449.pdf

Rousseau, M. *Montreal heat wave exercise* [Exercice de vague de chaleur à Montréal], rapport préparé pour Santé Canada, Ottawa, 2005.

Santé Canada. *Un réseau de surveillance de la santé au Canada,* Ottawa, 1999.

Santé Canada. *Cadre décisionnel de Santé Canada pour la détermination, l'évaluation et la gestion des risques pour la santé,* Ottawa, 2000.

Santé Canada. *Changement climatique, santé et bien-être : notions préliminaires aux politiques pour le Nord canadien,* 2001. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/climat/policy_primer_north-nord_abecedaire_en_matiere/index_f.html

Santé Canada. *Les Canadiens en santé — Rapport fédéral sur les indicateurs comparables de la santé,* 2002a Consulté le 19 juin 2006, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/hcs-sss/pubs/system-regime/2002-fed-comp-indicat/index_f.html

Santé Canada. *Vieillir au Canada,* Ottawa, 2002b.

Santé Canada. *Climate change and health: Assessing Canada's capacity to address the health impacts of climate change* [Les changements climatiques et la santé : évaluation de la capacité du Canada à faire face aux répercussions des changements climatiques], préparé aux fins de l'atelier consultatif d'experts sur la capacité d'adaptation, Mont Tremblant, Québec, 2003a.

Santé Canada. *Leçons de la crise du SRAS : Renouvellement de la santé publique au Canada,* Comité consultatif national sur le SRAS et la Santé publique, Ottawa, 2003b.

Santé Canada. *Relever le défi posé par le diabète au Canada : Premier rapport du Système national de surveillance du diabète (SNSD),* 2003c. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/ccdpc-cpcmc/ndss-snsd/francais/pubs_reports/pdf/WEB_NDSS_French_Report-nocover.pdf

Santé Canada. *Rapport d'étape sur la lutte contre le cancer au Canada,* Ottawa, 2004a.

Santé Canada. *Les Canadiens en santé — Rapport fédéral sur les indicateurs comparables de la santé 2004,* Ottawa, 2004b. Consulté le 25 octobre 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/hcs-sss/pubs/system-regime/2004-fed-comp-indicat/index_f.html

Santé Canada. *Les changements climatiques et la santé : bilan de recherche,* 2004c. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/pubs/climat/climate-report-rapport/index_f.html

Santé Canada. Comment contrer les effets des changements climatiques sur la santé? En s'y préparant bien, *Recherche sur les politiques en matière de santé, Bulletin 11,* novembre, 2005a. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/sr-sr/pubs/hpr-rpms/bull/2005-climat/index_f.html

Santé Canada. *La santé et les changements climatiques : Recueil d'information pour les professionnels de la santé,* Ottawa, 2005b.

Santé Canada. *Aperçu de la capacité d'adaptation et de réponse aux changements climatiques en santé publique,* rapport préparé par l'Association canadienne de santé publique pour Santé Canada, 2006a.

Santé Canada. *Évaluation de la capacité des systèmes d'intervention d'urgence et de santé publique de faire face et de s'adapter aux événements météorologiques extrêmes accentués par les changements climatiques dans les collectivités côtières de l'Atlantique,* Rapport préparé par Virtual Planning Inc. pour Santé Canada, 2006b.

Santé Canada. *Indice de la qualité de l'air fondé sur des critères liés à la santé,* 2006c. Consulté le 21 novembre 2006, à l'adresse http://hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/out-ext/air_quality_f.html

Santé Canada. *Votre santé et vous : Les rayons ultraviolets qui proviennent du soleil,* 2006d. Consulté le 13 juin 2007, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/iyh-vsv/environ/ultraviolet_f.html

Scheraga, J.D., K.L. Ebi, J. Furlow et A.R. Moreno. From science to policy: Developing responses to climate change [De la science à la politique : élaboration de mesures de lutte contre les changements climatiques], dans A.J. McMichael, D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.), *Climate change and health: Risks and responses,* Genève, Organisation mondiale de la Santé (OMS), 2003.

Schuster, C.J., A.G. Ellis, W.J. Robertson, D.F. Charron, J.J. Aramini et coll. Infectious disease outbreaks related to drinking water in Canada, 1974 – 2001 [Éclosions de maladies infectieuses associées à l'eau potable au Canada survenues entre 1974 et 2001], *Revue canadienne de santé publique,* vol. 96, nº 4, p. 254-258, 2005.

Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC). *Un cadre de sécurité civile pour le Canada,* Ottawa, s.d.

Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC). *Rapport sur les plans et les priorités (RPP) 2006 – 2007,* Ottawa, Conseil du Trésor du Canada, 2006.

Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC). *Pluie verglaçante : De l'Ontario au Nouveau-Brunswick, 1998,* base de données canadienne sur les désastres, 2007a. Consulté le 25 octobre 2007, à l'adresse http://ww5.ps-sp.gc.ca/res/em/cdd/details-fr.asp?dis=1998.002&haz=FR&title=Freezing%20rain:%20Ontario%20to%20New%20Brunswick,%201998

Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC). *Tornade : Edmonton, Alb., 1987,* base de données canadienne sur les désastres, 2007b. Consulté le 25 octobre 2007, à l'adresse http://ww5.ps-sp.gc.ca/res/em/cdd/details-fr.asp?dis=1987.011&haz=TO&title=Tornado:%20Edmonton%20AB,%201987

Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC). *Votre famille est-elle prête?* 2007c. Consulté le 26 avril 2007, à l'adresse http://www.preparez-vous.ca/index_f.asp

Seguin, J. Base de données canadiennes : Que faisons-nous, où allons-nous? *Recherche sur les politiques en matière de santé,* vol. 11, p. 12-15, 2005.

Smit, B. et O. Pilifosova. Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity (Ch. 18) [Adaptation aux changements climatiques dans le contexte du développement durable et de l'équité], dans J.J. McCarthy, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken et K.S. White (dir.), Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation et vulnérabilité, contribution du Groupe de travail II au troisième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge, Cambridge University Press, 2001.

Smit, B. et J. Wandel. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability [Adaptation, capacité d'adaptation et vulnérabilité], *Global Environmental Change,* vol. 16, p. 282-292, 2006.

Smoyer, K., D. Rainham et J. Hewko. *Integrated analysis of heat-related mortality in the Toronto-Windsor corridor* [Analyse intégrée de la mortalité liée à la chaleur dans le corridor Toronto-Windsor], rapport d'étude de la région Toronto-Niagara et Collection de documents de travail, Rapport 99–1, Waterloo, Environnement Canada, 1999.

Smoyer, K., D. Rainham et J. Hewko. Heat stress mortality in five cities in southern Ontario: 1980 – 1996 [Mortalité due au stress thermique dans cinq villes du Sud de l'Ontario, de 1980 à 1996], *International Journal of Biometeorology,* vol. 44, p. 190-197, 2000.

Smoyer-Tomic, K. et D. Rainham. Beating the heat: Development and evaluation of a Canadian hot weather health-response plan [Faire échec à la chaleur : élaboration et évaluation d'un plan d'intervention axé sur la santé en période de chaleur intense], *Environmental Health Perspectives,* vol. 190, nº 12, p. 1241-1248, 2001.

Sommer, M. *Red/Green alert: Early warning systems for public health threats-Interview with Abla Mawudeku. A world of possibilities* [Alerte verte/rouge : systèmes d'alerte rapide en cas de menaces à la santé publique – Entrevue avec *Abla Mawudeku.* Un monde de possibilités], 2006. Consulté le 27 mars 2007, à l'adresse http://www.aworldofpossibilities.com/details.cfm?id=274

Spanger-Siegfried, E. et B. Dougherty. *The adaptation policy framework: User's guidebook* [Cadre stratégique d'adaptation : guide de l'utilisateur], ébauche finale, New York, Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), 2003.

Statistique Canada. *Force vitale de la collectivité : faits saillants de l'Enquête nationale auprès des organismes à but non lucratif et bénévoles,* nº 61-533-SPB au catalogue, 2003a. Consulté le 17 juin 2005, à l'adresse http://www.statcan.ca/bsolc/francais/bsolc?catno=61-533-X

Statistique Canada. *Recensement de 2001 : série « analyses ». Peuples autochtones du Canada : un profil démographique,* Ottawa, ministre de l'Industrie, 2003b.

Statistique Canada. Projections démographiques, 2005 à 2031, *Le Quotidien,* 15 décembre, 2005a. Consulté le 17 juin 2005, à l'adresse http://www.statcan.ca/Daily/Francais/051215/q051215b.htm

Statistique Canada. *Rapports sur la santé,* Ottawa, 2005b. Consulté le 22 octobre 2007, à l'adresse http://www.statcan.ca/cgi-bin/downpub/listpub_f.cgi?catno=82-003-XIF2004002

Statistique Canada. *Tendances des dépenses nationales de santé, 1975 à 2007,* Ottawa, 2005c. Consulté le 22 novembre 2006, à l'adresse http://secure.cihi.ca/cihiweb/dispPage.jsp?cw_page=AR_31_F&cw_topic=31

Statistique Canada. *Un coup d'œil sur le Canada : 2006,* 2006. Consulté le 22 novembre 2006, à l'adresse http://www.statcan.ca/francais/freepub/12-581-XIF/12-581-XIF2005001.pdf

Statistique Canada. *Un portrait des aînés,* 2007. Consulté le 26 mars 2007, à l'adresse http://www.statcan.ca/Daily/Francais/070227/q070227b.htm

Statistique Canada. *L'âge de l'infrastructure publique : une perspective provinciale,* 2008. Consulté le 28 février 2008, à l'adresse http://www.statcan.ca/francais/research/11-621-MIF/11-621-MIF2008067.htm

Stern, N. *The economics of climate change: The Stern review* [La revue Stern : les aspects économiques des changements climatiques], HM Treasury, Londres, 2007. Consulté le 24 janvier 2007, à l'adresse http://www.hm-treasury.gov.uk/independent_reviews/stern_review_economics_climate_change/stern_review_report.cfm

Street, R., A. Maarouf et H. Jones-Otazo. Extreme weather and climate events - Implications for public health [Phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes – implications pour la santé publique], dans K.L. Ebi, J.B. Smith et I. Burton (dir.), *Integration of public health with adaptation to climate change: Lessons learned and new directions,* Londres, Taylor & Francis, 2005.

The Sheltair Group. *Climate change impacts and adaptation strategies for urban systems in Greater Vancouver* [Impacts des changements climatiques et stratégies d'adaptation pour les réseaux urbains du Grand Vancouver], rapport préparé pour Ressources naturelles Canada, Ottawa, 2003. Consulté le 29 mars 2007, à l'adresse http://www.sheltair.com/library_rem.html

The Sustainable Region Initiative. *Air quality management plan for Greater Vancouver: Clean air, breathe easy* [Plan de gestion de la qualité de l'air pour le Grand Vancouver : l'air pur se respire mieux], Vancouver, District régional du Grand Vancouver, 2005.

Tierney, K.J., M.K. Lindell et R.W. Perry. *Facing the unexpected: Disaster preparedness and response in the United States* [Faire face à l'imprévu : préparation et intervention en cas de catastrophe aux États-Unis], Washington, Joseph Henry Press, 2001.

Tudor, C. *EPC electronic disaster database and its characteristics* [Base de données sur les désastres de Protection civile Canada et ses caractéristiques], rapport du projet 97-1, Bureau du Conseiller en sciences, Protection civile Canada, 1997. Consulté le 22 février 2007, à l'adresse http://dsp-psd.pwgsc.gc.ca/Collection/D83-5-97-1E.pdf

United States (U.S.) Department of State. *U.S. climate action report 2002* [Rapport 2002 sur les mesures d'action contre les effets du climat aux États-Unis], Washington, D.C., 2002.

United States Environmental Protection Agency (U.S. EPA), National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), Centres for Disease Control and Prevention et United States (U.S.) Department of Homeland Security. *Excessive heat events guidebook* [Recueil des épisodes de chaleur très intense], Washington, D.C., 2006. Consulté le 10 mars 2007, à l'adresse http://www.epa.gov/heatisland/about/heatresponseprograms.html

Ville de Calgary. *Calgary climate change action plan: Target50* [Plan d'action de la Ville de Calgary visant à lutter contre les changements climatiques], aperçu des conditions climatiques et des mesures de protection de la qualité de l'air de la Ville de Calgary dans une perspective communautaire et municipale, Calgary, 2006. Consulté le 25 octobre 2007, à l'adresse http://www.calgary.ca/docgallery/bu/environmental_management/climate_change_program/target_50_climate_change_action_plan.pdf

Ville de Hamilton. *Hamilton—Air quality and climate change corporate strategic plan* [Stratégie d'assainissement de l'air et de lutte contre les changements climatiques de la Ville d'Hamilton], Vision 20/20 Hamilton, Hamilton, 2006.

Ville de Toronto. *Green roof incentive pilot program* [Programme pilote d'incitatifs à la végétalisation des toitures], Toronto, 2007. Consulté le 14 novembre 2007, à l'adresse http://www.toronto.ca/greenroofs/incentiveprogram.htm

Weir, E. Hantavirus: 'tis the season' [C'est la saison de l'hantavirus], *Journal de l'Association médicale canadienne (JAMC),* vol. 173, nº 2, p. 147, 2005.

World Economic Forum. *Global risks 2007—A global risk network report* [Rapport sur les risques à l'échelle mondiale en 2007], Genève, janvier 2007.

Yohe, G. et R.S.J. Tol. Indicators for social and economic coping capacity—Moving toward a working definition of adaptive capacity: Global environmental change [Indicateurs de la capacité d'adaptation sociale et économique – Vers une définition pratique de la capacité d'adaptation : changement environnemental planétaire], *Human Policy Dimensions,* vol. 12, p. 25-40, 2002.

Zuker, R.C. *Closing the municipal infrastructure gap in Canada* [Combler le fossé des infrastructures municipales au Canada], rapport préparé pour la Fédération canadienne des municipalités, Ottawa, 2004.

Chapitre 9

Conclusion

Jacinthe Séguin

Collaborateur :
Peter Berry

Chapitre 9

TABLE DES MATIÈRES

9.1 Résumé 510

9.2 Principales conclusions 512

9.3 Lacunes dans les connaissances 517

9.4 Collaborations futures 518

Chapitre 9

9.1 RÉSUMÉ

Santé Canada, en tant que ministère fédéral chargé d'aider les Canadiens à conserver et à améliorer leur santé et leur bien-être, a entrepris la présente Évaluation en vue de faire progresser la compréhension des incidences des changements climatiques sur la santé et le bien-être de la population canadienne. Menée en collaboration avec divers partenaires organisationnels et individuels, l'Évaluation présente à la fois une étude des vulnérabilités de la population à la variabilité actuelle de la température et du climat et un examen des effets des changements climatiques à venir sur les risques naturels, la qualité de l'air et les maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs ou les rongeurs.

Deux évaluations régionales de la santé pour examiner les effets du climat sur les résidents du Nord canadien et de la province de Québec ont aussi été menées. Ces études plus approfondies donnent un aperçu des interactions entre les conditions sociales, économiques et environnementales qui, dans ces régions, influent sur les vulnérabilités et la capacité d'adaptation. Le présent document comporte également une discussion sur la vulnérabilité visant à fournir aux décideurs du domaine de la santé et de la gestion des urgences des informations sur les principaux risques en matière de santé auxquels sont exposées les populations vulnérables et les capacités de réaction nécessaires pour faire face aux besoins d'adaptation immédiats. L'étude ouvre la voie à de futures évaluations de la vulnérabilité puisqu'elle applique ces concepts aux travaux de recherche de manière concrète et donne aux décideurs de tous les ordres de gouvernement de l'orientation sur l'étude des effets des changements climatiques sur la santé.

Les résultats de l'Évaluation confirment qu'au Canada, la variabilité du climat et les changements climatiques influent sur la santé et le bien-être selon diverses voies, qui sont plus ou moins directes et présentent des échelles temporelles et des complexités différentes, causant ou exacerbant un certain nombre de maladies et de blessures, et dans les cas extrêmes, entraînant la mort. La santé peut être affectée *directement* par l'exposition aux extrêmes climatiques (comme les vagues de chaleur (canicules) entraînant la déshydratation et l'épuisement) ou à des changements subits et intenses de l'environnement, comme une tornade ou une tempête. Même si les impacts sur l'environnement sont immédiats, les effets sur la santé peuvent, quant à eux, ne se manifester qu'après une exposition environnementale prolongée ou répétée.

La santé peut en outre être affectée *indirectement* à la suite de changements induits par le climat et touchant les systèmes biologiques et géochimiques, changements qui rendent les conditions favorables à la survie et à la prolifération de vecteurs et d'agents pathogènes susceptibles de transmettre des maladies ou d'avoir des conséquences sur les systèmes économiques et sociaux (p. ex., la perte d'emplois ou de biens après une catastrophe naturelle, qui se traduit par des stress et autres maladies). La santé peut aussi être affectée par d'autres risques présents ou par des expositions cumulatives à plusieurs dangers. Dans ces cas, il devient complexe, et parfois impossible, d'en détecter la cause précise ou de déterminer la présence de mécanismes d'amplification (p. ex., dans le cas des effets d'une exposition combinée de chaleur et de pollution atmosphérique). Étant donné la diversité des effets que peuvent avoir sur la santé la variabilité et les changements du climat, il reste beaucoup à apprendre sur les facteurs qui interagissent avec les conditions climatiques pour causer des maladies et des décès dans la population canadienne.

Les changements climatiques pourraient par ailleurs apporter des avantages pour la santé et le bien-être des Canadiens, mais on ne comprend pas encore bien quelles pourraient en être la nature et la portée. En fait, certains des avantages souvent mentionnés dans la littérature internationale tels qu'une baisse de la mortalité hivernale associée aux hivers plus doux, pourraient ne pas s'observer au Canada. Par exemple, l'analyse de la mortalité liée à la température au Québec démontre que l'adaptation aux températures très froides est telle qu'on n'y observe pas de pointe de mortalité par temps très froid comme cela se passe ailleurs dans le monde. En conséquence, on peut s'attendre à une bien moindre réduction de la mortalité due au froid contrairement à ce qui est attendu ailleurs dans le monde. De plus, en l'absence de mesures d'adaptation supplémentaires, la mortalité estivale devrait augmenter considérablement avec les épisodes de chaleur accablante. Le résultat sera une hausse nette de la mortalité au Québec alors que le climat continue de se réchauffer. Il faudra mener d'autres recherches pour comprendre les actuels comportements d'adaptation aux températures extrêmes ailleurs au Canada, ainsi que les effets nets attendus des changements climatiques.

Les recherches actuelles portent sur l'évitement et l'atténuation des risques pour la santé et sur les manières d'accroître, pour l'avenir, les capacités individuelles et collectives à cet égard. Le Canada a la capacité de faire face à de nombreux risques pour la santé liés au climat. Cependant, les Canadiens doivent être prêts à déployer les connaissances et les ressources actuelles pour faire en sorte que cette capacité s'étende à toute la société et qu'aucune région ou partie de la population ne manque de préparation.

Il n'est actuellement pas possible de prévoir avec exactitude les effets qu'auront les futurs changements climatiques sur la santé en raison des incertitudes concernant, d'une part, l'étendue et la vitesse du réchauffement à venir et, d'autre part, les tendances des facteurs socio-économiques et démographiques qui influent sur la capacité des Canadiens à s'adapter aux effets sur leur santé et à réduire les risques. D'autres sources d'incertitude relevées dans la présente étude sont liées aux lacunes des connaissances sur les processus biologiques et physiques par lesquels le climat influe sur la santé, au manque d'exhaustivité des informations sur l'état de santé de la population et les mesures de protection sanitaire qu'elle s'impose, à des facteurs de confusion dans l'attribution des causes des maladies, ainsi qu'à la difficulté d'estimer les effets sur la santé du climat futur tel que projeté, ainsi que les effets cumulatifs.

Même si on pouvait réaliser à court terme des réductions rapides des émissions de gaz à effet de serre, il est à peu près certain que le climat changerait pendant encore des décennies en raison de l'inertie du système climatique. Malgré les incertitudes relatives à la nature et à la gravité des impacts futurs et les lacunes dans les connaissances mentionnées plus haut, les résultats de l'Évaluation donnent à penser qu'il convient d'agir dès maintenant pour soutenir les efforts destinés à protéger la santé contre les risques climatiques. Il faut également de la planification et de la préparation pour réduire ou éviter d'éventuelles répercussions néfastes sur la santé. Les principaux constats qui se dégagent de l'ensemble des chapitres sont regroupés ci-dessous.

9.2 PRINCIPALES CONCLUSIONS

Les variables climatiques et les dangers liés au climat ont des incidences directes et indirectes sur la santé et le bien-être des Canadiens. Les changements climatiques accentueront les risques pour la santé.

Tous les segments de la population et toutes les régions du Canada sont exposés aux dangers naturels et aux températures extrêmes liés aux changements climatiques (p. ex., sécheresses, orages violents, épisodes de chaleur accablante et de froid extrême, avalanches et glissements de terrain, ondes de tempête et inondations). Connaître les vulnérabilités de sa propre communauté et ses propres vulnérabilités est essentiel parce que les risques pour la santé diffèrent selon les régions, que certaines populations vulnérables sont en croissance et que la capacité de composer avec les situations de danger et de s'y adapter n'est pas également répartie. La vulnérabilité des Canadiens aux changements climatiques est fonction de nombreux facteurs : l'endroit où ils vivent, leur sensibilité aux effets sur la santé et leur capacité à se protéger (p. ex., la disponibilité des ressources, la connaissance des comportements à adopter pour se protéger et l'accès aux services).

Au Canada, l'éventail des dangers naturels d'ordre météorologique est très vaste. La présente Évaluation a permis de répertorier 12 catégories de phénomènes météorologiques qui peuvent affecter la santé. Étant donné que la Base de données canadienne sur les désastres ne regroupe que les phénomènes qui correspondent à certains critères relatifs aux coûts, aux blessures et aux décès, il est probable que l'ampleur des incidences de dangers naturels sur la santé soit sous-estimée. On observe cependant que le nombre de Canadiens affectés par des catastrophes naturelles a augmenté dans les dernières décennies. Entre 1994 et 2003, 578 238 personnes ont été directement touchées par des catastrophes naturelles. Parmi les effets, notons les décès, blessures et maladies, les évacuations et les interruptions de services (coupures d'eau et d'électricité). Il existe aussi des données à l'effet que les phénomènes météorologiques peuvent avoir d'importantes répercussions psychosociales à court et à long terme sur la santé et le bien-être des Canadiens ainsi que des effets sur la santé mentale, mais ces effets sont peu documentés et peu étudiés au Canada. Dans l'ensemble, exception faite du nombre de journées froides, les projections vont dans le sens d'une augmentation du risque de dangers liés aux conditions météorologiques extrêmes. Les risques pour la santé humaine varient d'une région à l'autre du Canada en fonction du relief, de l'utilisation des terres, de l'activité humaine, des climats régionaux et des mesures et systèmes d'adaptation mis en place pour réduire les risques pour la santé. Parmi les projections des effets futurs des changements climatiques figurent l'augmentation des sécheresses et des incendies de forêts et feux de friches et, certains types de tempêtes tels que des épisodes plus intenses de fortes précipitations qui font croître le risque de crues soudaines. Les vagues de chaleur devraient devenir plus fréquentes et plus graves, le risque de décès liés à la chaleur accablante étant maximal dans les villes.

Les changements climatiques peuvent aussi influer sur la qualité de l'air comme le montre la modélisation des effets d'une augmentation globale moyenne de la température de 4 °C au Canada sur les principaux paramètres de la qualité de l'air tels que l'ozone (O_3) et les particules ($PM_{2.5}$). Comme les résultats de la modélisation de l'atmosphère menée pour la présente Évaluation ne mettent l'accent que sur les changements de température et les émissions biosynthétiques, cette analyse fait ressortir le besoin d'autres travaux pour mieux comprendre les effets des conditions climatiques sur la santé. La modélisation d'autres variables qui influent sur la qualité de l'air et de différents scénarios de réchauffement pourraient apporter une meilleure compréhension. Des données probantes démontrant les effets sur la santé de la pollution atmosphérique au Canada existent et, d'une manière plus limitée ceux de la

chaleur accablante et des vagues de chaleur. On soupçonne un effet cumulatif ou synergique sur la santé de l'exposition combinée à la pollution atmosphérique et à des températures élevées dans certains groupes de la population, mais à ce jour, les données probantes issues des recherches épidémiologiques à cet égard restent insuffisantes. Pour décider quelles mesures seront les plus efficaces pour protéger ces groupes, il sera essentiel de mieux comprendre les implications des différents scénarios climatiques pour la qualité de l'air au Canada et les effets de ces expositions combinées, surtout en ce qui concerne les plus âgés et les plus jeunes.

Les Canadiens sont couramment exposés aux maladies infectieuses sensibles à des paramètres climatiques tels que la température et les précipitations. Cela comprend les maladies transmises par les insectes, les tiques ou les animaux ainsi que les agents pathogènes transmis par l'eau, par les aliments ou par les deux. Le climat joue un rôle non seulement en ce qui a trait à l'écologie des pathogènes mais également en influençant les comportements des individus de manière à augmenter leur exposition à des maladies. On peut s'attendre à ce que les changements climatiques créent des conditions favorables à la survie des agents pathogènes et des insectes, alors que de basses températures, une faible pluviométrie ou l'absence d'habitat des vecteurs restreignaient par le passé la reproduction des hôtes et la transmission des maladies. Par exemple, l'expansion de l'aire de répartition des tiques qui transmettent la maladie de Lyme au Canada est liée à la hausse des températures ambiantes, qui raccourcit les cycles biologiques des tiques, et fait croître leur survie; avec les conditions plus favorables à leur recherche d'hôtes, ces facteurs augmenteraient l'étendue géographique de la maladie. La présente Évaluation dresse la liste d'un éventail de maladies transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs ou les rongeurs dont l'incidence risque d'augmenter avec les changements des conditions climatiques; toutefois, il reste des lacunes importantes dans les connaissances de l'écologie des maladies, le fardeau de maladie provenant des maladies transmissibles par l'eau et les aliments, la répartition géographique des zoonoses en milieu sauvage ainsi que de nombreux autres facteurs. Une évaluation systématique des risques prenant en compte la pathogénie, le nombre estimé de cas et le taux d'incidence ainsi que la probabilité que les changements climatiques modifient le degré de risque seraient utiles pour déterminer les secteurs d'adaptation prioritaires. Il faut pouvoir compter sur une collaboration constante à tous les niveaux pour mettre en place des systèmes de surveillance proactifs capables de déceler les changements dans la distribution des maladies et les risques émergents. Cela permettra aux responsables de la santé publique de surveiller les risques pour la santé de la population et de mettre en œuvre des mesures pour réduire l'exposition ou introduire, au besoin, de nouveaux traitements, ou d'agir sur ces deux plans à la fois.

Les effets des changements climatiques peuvent se combiner à d'autres facteurs, faisant croître les risques pour la santé ou créant des conditions propices à la survenue d'une catastrophe.

Les changements climatiques ont déjà commencé à toucher l'environnement et l'économie, ainsi que des infrastructures qui jouent un rôle essentiel dans l'état de santé des Canadiens. La portée de ces changements au Canada est présentée dans le document *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007,* récemment publié par le gouvernement du Canada. L'étude des effets cumulatifs et de l'interaction entre de multiples facteurs déterminants de la santé est un exercice difficile, qui n'en est d'ailleurs encore qu'à ses premiers essais. Cependant, l'expérience du Canada et d'autres pays face aux phénomènes météorologiques extrêmes a fait la preuve que les risques liés aux changements climatiques peuvent être désastreux pour des individus ou des populations vulnérables. C'est pourquoi il est essentiel de comprendre à quel point les systèmes existants peuvent composer avec les risques actuels, s'ils peuvent absorber des événements répétés ou simultanés, et quels facteurs et événements se combinent pour exacerber les vulnérabilités.

La présente Évaluation a permis de montrer que la croissance prévue de la population, son vieillissement, l'augmentation de l'urbanisation, le vieillissement des infrastructures publiques et les tendances de certains indicateurs de l'état de santé peuvent accentuer les effets de l'évolution du climat sur les Canadiens. Si on ne prend pas de mesures d'adaptation efficaces, les effets des tendances prévues pour le Canada en matière de santé, de démographie et de climat devraient accroître la vulnérabilité des Canadiens aux répercussions des changements climatiques sur la santé. On s'attend à ce que la proportion de Canadiens très sensibles à ces répercussions augmente, mais varie d'une région à l'autre. Le nombre de personnes âgées croît de manière significative au Canada; cette cohorte de la population devrait en effet avoir presque doublé d'ici 2031, constituant alors de 23 à 25 % de la population. Le nombre de personnes souffrant de maladies chroniques, comme les troubles cardiaques, le cancer et les maladies respiratoires, est également à la hausse. Ces maladies et leur gestion pourraient se trouver compliquées par des facteurs climatiques.

Les évaluations régionales ont mis en lumière la vulnérabilité de certains groupes de la population et confirmé l'importance d'ajuster les mesures d'adaptation aux besoins locaux et régionaux.

La présente Évaluation confirme que les évaluations menées aux échelles locale ou régionale sont essentielles à la compréhension des changements climatiques et des vulnérabilités pour la santé au sein d'une population ainsi que des facteurs qui augmentent la vulnérabilité des individus ou de la communauté, ou y contribuent. Comparativement aux évaluations à l'échelle nationale, elles requièrent de plus petits ensembles de données et sont mieux en mesure de tenir compte du contexte dans lequel les risques surviennent. Par exemple, dans le cas d'une analyse de vulnérabilité, on peut plus facilement intégrer les renseignements pertinents comme les pratiques locales en matière de gestion des risques, les perceptions et les comportements individuels et les renseignements sociodémographiques. En somme, les évaluations régionales permettent d'établir de façon plus précise les facteurs qui influent sur la vulnérabilité (p. ex., l'exposition, la sensibilité et l'aptitude à gérer les risques), de faire des recommandations spécifiques sur la manière de réduire les risques et l'exposition, et d'accroître la disponibilité des moyens d'intervention. Les difficultés méthodologiques liées au traitement des incertitudes demeurent les mêmes dans le cas d'évaluations régionales ou nationales. Puisqu'il est possible de mener des évaluations approfondies de la capacité actuelle à gérer les risques et de la capacité d'adaptation à l'échelle régionale, on peut plus aisément démontrer le besoin de prendre des mesures malgré l'incertitude de l'évaluation des risques.

L'étude des effets des changements climatiques sur la santé au Québec a ainsi montré que, à mesure que les températures moyennes continueront de monter, la mortalité liée à la chaleur dans cette province devrait augmenter si on n'adopte pas de nouvelles mesures préventives. Un sondage détaillé sur les comportements d'adaptation montre que les Québécois prennent de nombreuses mesures pour réduire les risques pour la santé liés aux canicules et aux vagues de froid, mais que certains groupes n'ont pas adopté les mesures de protection nécessaires, ne se sont pas prévalus des services disponibles ou n'y ont pas

accès. Il révèle aussi que la plupart des répondants appuient fermement la mise en œuvre rapide de mesures d'adaptation vigoureuses dans de nombreux secteurs de l'économie, dont la réduction des gaz à effet serre.

La présente étude nous a également permis de mieux connaître le degré de sensibilisation des décideurs locaux incluant ceux du domaine de la santé publique, aux risques des changements climatiques pour la santé, et ce qu'ils considèrent comme étant des obstacles potentiels à l'adaptation. Une revue des mesures récentes et des systèmes en place révèle que l'adaptation aux changements climatiques est sur la bonne voie dans la province de Québec et, jusqu'à un certain point, dans le Nord du Canada. Cependant, les études commandées pour la présente Évaluation et la revue de la littérature ont aussi permis d'identifier d'importants secteurs où de nouvelles améliorations s'imposent. Certaines des déficiences relevées ont déjà été prises en considération dans la partie santé du plan d'action 2006 – 2012 du Québec sur les changements climatiques, notamment en ce qui a trait aux systèmes de surveillance et à l'adaptation des services et de l'infrastructure en matière de santé.

Dans le Nord canadien, les habitants signalent déjà des changements prononcés du climat et de l'environnement, et s'inquiètent des risques croissants pour leur santé et leur bien-être. Toutefois, les changements climatiques prennent des formes diverses selon les régions du Nord. Par exemple, les tendances relatives aux températures et aux précipitations varient, ce qui fait que des régions se réchaufferont à différents rythmes et que certaines s'assècheront alors que d'autres deviendront plus humides. Les habitants du Nord sont très conscients des changements climatiques et de ses effets, et les observations locales jouent un rôle prépondérant dans la collecte d'informations sur ces changements. De nombreuses communautés signalent une augmentation des phénomènes météorologiques inhabituels qui compromettent la sécurité des voyageurs. Les modes de vie et les régimes alimentaires qui dépendent d'activités de subsistance (p. ex., chasse, pêche, cueillette) semblent déjà en subir les conséquences dans de nombreuses régions, et les effets de ces changements sur la nutrition sont particulièrement préoccupants. L'importance et l'immédiateté de ces effets sur la santé poussent les habitants du Nord à s'adapter, en utilisant des technologies et pratiques nouvelles développées sur place. Malgré cela, l'accès à des appuis et ressources aux fins d'adaptation n'est pas uniforme, et beaucoup d'individus et de collectivités restent vulnérables aux effets des changements climatiques sur la santé.

Les habitants du Nord connaissent en outre d'importants changements sociétaux qui peuvent exacerber les incidences des changements climatiques. Alors que, par leurs efforts tant sur le plan individuel que communautaire, ils font œuvre de pionniers dans l'adaptation aux changements climatiques, ils ont besoin des efforts coopératifs et coordonnés des secteurs public et privé pour accompagner les leurs. Il faut améliorer la surveillance d'une large gamme d'effets sur la santé (p. ex., les maladies transmises par l'eau, les aliments, les rongeurs et les vecteurs, l'exposition au rayonnement ultraviolet, les blessures reliées aux déplacements) pour mieux soutenir les stratégies d'adaptation, et réduire les risques pour la santé au moyen d'interventions locales.

Il est essentiel de développer les capacités d'adaptation des individus, des collectivités et des gouvernements pour faire face à l'augmentation des risques pour la santé et éviter de solliciter inutilement les systèmes sociaux et de soins de santé.

Sans l'adoption de mesures d'adaptation efficaces, les effets des changements climatiques sur la santé pourraient faire augmenter les pressions sur une gamme de programmes de services sociaux et de santé de tous les paliers de gouvernement, faisant en sorte que les coûts des changements climatiques ne se limitent pas aux effets directs sur la santé (p. ex., l'augmentation des cas de maladie, de blessures, de décès), mais comprennent aussi l'augmentation des coûts économiques pour les systèmes sociaux et de soins de santé.

Les décideurs doivent avoir accès à des ressources matérielles et financières, des technologies, des informations et compétences, des dispositions institutionnelles et une infrastructure de santé publique pour faire face aux risques pour la santé liés aux changements climatiques. La capacité d'adaptation évolue avec le temps, à mesure que la capacité des individus, des institutions et des gouvernements au Canada à gérer ces risques sur la santé évolue. La présente Évaluation met en lumière d'importantes lacunes de la capacité actuelle à composer avec les risques que posent les changements climatiques pour la santé. Dans les dernières années, d'importants progrès ont été réalisés pour améliorer la capacité des responsables de la gestion des urgences et de la santé publique à se préparer et à réagir à divers dangers d'origine climatique, dont les phénomènes météorologiques extrêmes (p. ex., les vagues de chaleur), la pollution atmosphérique et les éclosions de maladies infectieuses transmises par l'eau, les aliments, les vecteurs et les rongeurs. Bâtir sur ces efforts fera en sorte que les activités et partenariats critiques essentiels à la réduction des risques pour la santé seront répertoriés et mis en évidence dans les efforts coopératifs d'adaptation à venir.

La capacité de gérer les risques et de s'adapter n'est pas uniformément répartie sur le territoire du Canada en raison des différences dans l'accès aux services sociaux, les infrastructures et les ressources permettant de réduire les risques liés aux changements climatiques. Les communautés rurales sont confrontées à des défis particuliers, tels que des ressources d'adaptation limitées, des infrastructures publiques moins développées et, dans certains cas, l'isolement. Pour ce qui est des régions urbaines, les programmes de santé publique y deviennent plus élaborés, mais la complexité des problèmes auxquels elles doivent faire face augmente, tout comme les besoins en matière d'adaptation aux changements climatiques.

Les changements climatiques feront vraisemblablement augmenter le nombre de maladies et de décès au Canada si les autorités de santé publique et leurs partenaires n'examinent pas leurs vulnérabilités respectives, n'élaborent ni ne mettent en place des mesures d'adaptation qui assurent une protection adéquate des groupes vulnérables. Des évaluations menées aux niveaux de la région et de la communauté sont utiles pour cerner les principales vulnérabilités en matière de santé dans le contexte des autres changements qui touchent la communauté ou la population en question. Elles sont aussi mieux à même d'estimer l'ordre de grandeur et l'urgence des principaux risques sanitaires, et peuvent donc orienter leurs décisions sur le moment et le secteur où il faut concentrer les efforts. On dispose de plusieurs outils et approches pour évaluer les options d'adaptation, et des pratiques exemplaires commencent à se dégager. Ces éléments sont indispensables pour augmenter l'appui des décideurs à la mise en œuvre de mesures d'adaptation et pour réduire les risques pour la santé de la population.

9.3 LACUNES DANS LES CONNAISSANCES

Il faudra faire intervenir des recherches et des connaissances d'un grand nombre de disciplines pour faire progresser la compréhension des effets des changements climatiques sur la santé et appuyer les mesures d'adaptation.

La présente Évaluation a permis de mettre en lumière les nombreuses sources de données empiriques qui seront nécessaires pour évaluer les effets des changements climatiques sur la santé des Canadiens. Les systèmes de surveillance et de suivi sur lesquels se basent les autorités de gestion des urgences et de santé publique couvrent des échelles diverses : locale, provinciale et nationale. Cela peut limiter l'agrégation des données et leur comparabilité. Les informations non empiriques obtenues d'études de cas et de rapports qui font intervenir des observations locales et des expériences personnelles sont elles aussi importantes, surtout pour l'analyse des capacités. Dans chaque domaine étudié, les auteurs ont repéré de nouveaux besoins de connaissances pour aider à réduire l'incertitude, à étendre l'applicabilité des conclusions, à identifier les segments vulnérables de la population ou à comprendre les obstacles à l'adaptation. Dans l'ensemble, le besoin de connaissances se fait sentir dans les grandes catégories suivantes :

- les processus biologiques et physiques par lesquels les changements climatiques influent sur la santé;
- les scénarios et modèles climatiques permettant d'estimer les risques à venir pour la santé;
- l'exposition actuelle et future des Canadiens à des dangers liés au climat;
- la détermination des mesures d'adaptation nécessaires pour réduire les risques pour la santé liés aux changements climatiques, avec analyses coûts-bénéfices de ces mesures;
- la perception des risques des changements climatiques pour la santé qu'ont les citoyens du Canada et les décideurs publics et privés, y compris les motivations et les obstacles à l'adaptation; et
- le processus d'adaptation et d'intégration des considérations de changements climatiques dans les pratiques actuelles de gestion du risque.

9.4 COLLABORATIONS FUTURES

Dans la présente étude, on a mis en relief les effets qu'ont actuellement sur la santé un certain nombre de dangers liés au climat, et les vulnérabilités potentielles à cet égard de certaines régions, communautés et populations du Canada. Les décideurs du secteur de la santé et de la gestion des urgences commencent à s'attaquer aux risques posés par les changements climatiques en se fiant à leurs connaissances actuelles. Ils font donc intervenir une large gamme de mesures, telles que l'élaboration d'alertes chaleur-santé, une meilleure planification de la gestion des urgences, et la surveillance et le suivi des maladies infectieuses émergentes. Ils élaborent de nouvelles pratiques ainsi que des approches et mesures novatrices en vue de réduire les risques pour la santé. Favoriser la diffusion et l'application des pratiques exemplaires est essentiel pour assurer la plus large protection possible de la population canadienne.

De futures études des effets des changements climatiques sur la santé et la mise en œuvre des mesures d'adaptation nécessaires tireront profit des collaborations pluridisciplinaires qui se sont nouées entre de nombreux organismes de recherche. Il s'agit entre autres de centres d'expertise canadiens et étrangers, comme Santé Canada, l'Agence de santé publique du Canada, Environnement Canada, Ouranos, plusieurs universités canadiennes, l'Institut national de santé publique du Québec, l'Organisation mondiale de la Santé et les Centers for Disease Control and Prevention des États-Unis. Il faudra poursuivre les investissements dans ces recherches pluridisciplinaires et dans l'élaboration de politiques afin de mettre à profit les progrès de la sensibilisation aux risques pour la santé liés aux changements climatiques et l'élan que manifestent actuellement les organismes de recherche, les organisations professionnelles et les administrations locales en vue de prendre des mesures pour protéger la santé des Canadiens.

Glossaire

Adaptation autonome

Adaptation qui ne constitue pas une réaction réfléchie aux stimuli climatiques, mais qui résulte de changements écologiques des systèmes naturels ou d'une évolution des conditions socio-économiques propres aux systèmes anthropiques. On parle aussi d'adaptation spontanée. (GIEC, 2001)

Adaptation proactive

Adaptation qui a lieu avant que les effets des changements climatiques soient observables. On parle aussi d'adaptation anticipative. (GIEC, 2007a)

Adaptation

Accommodation des systèmes naturels ou humains en réponse aux stimuli climatiques réels ou prévus ou à leurs effets afin d'atténuer les inconvénients ou d'en exploiter les avantages. On distingue divers types d'adaptation, notamment l'adaptation anticipative et réactive, l'adaptation privée et publique, l'adaptation autonome et planifiée. (GIEC, 2007a)

Aérosols

Ensemble de particules solides ou liquides en suspension dans l'air, généralement d'une taille comprise entre 0,01 et 10 µm et séjournant dans l'atmosphère au moins plusieurs heures. Les aérosols peuvent être d'origine naturelle ou anthropique. Ils peuvent influer sur le climat de deux façons : directement, en dispersant et en absorbant le rayonnement, et indirectement, en agissant comme noyaux de condensation pour la formation de nuages ou en modifiant les propriétés optiques et la durée de vie des nuages. (GIEC, 2001)

Albédo

Fraction du rayonnement solaire réfléchi par une surface ou un objet, souvent exprimée en pourcentage. Les surfaces enneigées ont un albédo élevé; les sols peuvent avoir un albédo élevé ou faible; les surfaces couvertes de végétation et les océans ont un albédo faible. L'albédo de la Terre varie principalement en fonction de la nébulosité, de l'enneigement, de l'englacement, de la surface foliaire et des variations du couvert terrestre. (GIEC, 2007a)

Amplitude thermique quotidienne

Différence entre les températures maximale et minimale enregistrées dans le courant d'une journée. (GIEC, 2001)

Anthropique

Résultant de l'action de l'homme ou produit par lui. (GIEC, 2007a)

Approche écosystémique (gestion axée sur l'écosystème)

Stratégie de gestion intégrée des ressources pédologiques, hydriques et biologiques visant à favoriser leur conservation et leur utilisation durable de façon équitable. L'approche systémique est basée sur l'application de méthodes scientifiques appropriées, centrées sur les niveaux d'organisation biologique, qui englobent la structure, les processus, les fonctions et les interactions essentiels des organismes et de leur environnement. Elle considère que les êtres humains, avec leur diversité culturelle, sont partie intégrante de nombreux écosystèmes. Cette approche nécessite une gestion adaptative permettant de prendre en compte la nature complexe et dynamique des écosystèmes et les lacunes de la connaissance ou de la compréhension de leur fonctionnement. Il s'agit avant tout de préserver la biodiversité ainsi que la structure et le fonctionnement des écosystèmes, afin de pouvoir maintenir les écoservices. (GIEC, 2007a)

Approche tous risques

Approche visant à garantir l'efficacité de la planification des interventions en cas de catastrophe grâce à la collecte d'informations sur toute la gamme des menaces pour permettre, ultérieurement, de prendre des décisions éclairées en matière de gestion du risque. (D'après le Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004)

Atmosphère

Enveloppe gazeuse entourant la Terre. L'atmosphère sèche est composée presque entièrement d'azote et d'oxygène, avec un certain nombre de gaz présents à l'état de trace, dont l'argon, l'hélium et des gaz à effet de serre comme le dioxyde de carbone et l'ozone. En outre, l'atmosphère contient de la vapeur d'eau, des nuages et des aérosols. (McMichael et coll., 2003)

Atténuation (des changements climatiques)

Dans le contexte des changements climatiques, l'atténuation est une intervention anthropique pour réduire les sources ou augmenter les puits de gaz à effet de serre. (GIEC, 2001)

Atténuation des catastrophes

Prévention des risques naturels pour éviter les catastrophes naturelles. Cela comprend les politiques et mesures adoptées avant ou après la survenue d'une catastrophe en vue d'en réduire les effets sur les gens et les biens. Il peut s'agir de renforcer la sensibilisation et l'appui du public; d'établir des plans locaux et régionaux d'utilisation des sols interdisant les développements dans les zones à risque; d'apporter des modifications aux codes et normes de construction pour protéger les populations, les biens et les infrastructures contre les risques très élevés. (Sécurité publique et Protection civile Canada (SPPCC, 2007a)

AURAMS

Un système régional unifié de modélisation de la qualité de l'air développé par le Service météorologique du Canada. (NARSTO, 2004)

Avis d'humidex

On émet un avis d'humidex lorsqu'on prévoit des températures dépassant les 30 °C et des valeurs humidex supérieures à 40 °C. Les valeurs humidex correspondent à l'effet d'une humidité et d'une température élevées sur le corps humain. Les niveaux de l'humidex sont les suivants : 20 – 29 (confortable), 30 – 39 (divers degrés d'inconfort), 40 – 45 (presque tout le monde est mal à l'aise), et +45 (certains types de travaux et d'exercices devraient être limités). (Environnement Canada, 2006a)

Avantages des mesures d'adaptation

Dépenses d'indemnisation évitées ou avantages résultant de l'adoption et de l'exécution de mesures d'adaptation. (GIEC, 2007a)

Botulisme

Le botulisme est une maladie neuroparalytique (qui paralyse les muscles) causée par une toxine produite par la bactérie *Clostridium botulinum.* Il existe trois formes de botulisme transmis naturellement : le botulisme alimentaire, dû à l'ingestion de nourriture contenant la toxine botulinique; le botulisme infantile, dû à l'ingestion de la bactérie qui sécrète la toxine dans l'intestin; le botulisme par blessure, dû à l'infection d'une plaie par la bactérie. (CDC, 2005a)

Brucellose

Maladie infectieuse causée par les bactéries du genre *Brucella,* qui se transmet à l'homme par ingestion de produits d'animaux infectés (p. ex., produits laitiers non pasteurisés provenant de vaches, de chèvres ou de cochons), par contact direct avec des animaux infectés ou par inhalation de la bactérie. Elle se caractérise par une fièvre, des maux de tête, des sueurs abondantes et des frissons. (ASPC, 2003)

Cadre national de gestion des situations d'urgence en santé

En 2001, les ministres fédéral, provinciaux et territoriaux de la Santé ont reconnu la nécessité d'un plan stratégique mieux intégré et coordonné pour la gestion des urgences dans les domaines de la santé et des services sociaux sur tout le territoire canadien. Les sous-ministres de la Santé, par l'intermédiaire du Comité consultatif sur la santé de la population et la sécurité de la santé (CCSPSS) et du Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, ont chargé le Conseil des directeurs responsables de la gestion des urgences sanitaires (CDRGUS) d'élaborer un cadre pancanadien de gestion des urgences en santé. Un des principaux résultats a été l'élaboration du Cadre national de gestion des situations d'urgence en santé, qui fournit un ensemble de principes directeurs pour l'élaboration d'un système intégré et exhaustif de gestion des urgences en santé au Canada. (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004)

Campylobacter

Genre de bactéries qui causent la campylobactériose, maladie bactérienne aiguë qui s'attaque au système digestif. On contracte la bactérie par ingestion de produits carnés mal cuits contaminés au *Campylobacter,* l'ingestion d'eau contaminée ou un contact étroit avec des animaux infectés. La maladie se caractérise par des vomissements et de la diarrhée; à l'échelle mondiale, 5 à 14 % des cas déclarés de diarrhée sont causés par une contamination à la *Campylobacter.* (ASPC, 2003)

Capacité d'accommodation

Capacité à composer avec un phénomène ou un danger. (Smit et Wandel, 2006)

Capacité d'adaptation

L'habilité d'un système à s'ajuster aux changements climatiques (incluant les extrêmes et les variabilités de climat) pour contrôler les dommages potentiels, pour prendre avantage des opportunités, et pour faire face aux conséquences. (GIEC, 2007b)

Capacité d'intensification

Capacité d'un système à dépasser rapidement le niveau normal de services pour répondre à une demande accrue de personnel qualifié et de service en cas de catastrophes ou d'urgences de grande échelle. (USDHHS, s.d.)

Capital social

Ensemble des ressources actuelles ou potentielles qui peuvent être mobilisées grâce aux relations sociales et à l'appartenance à des réseaux sociaux. (Nahapiet et Ghoshal, 1998, cités dans Resilience Alliance, 2007)

Catastrophe

Phénomène qui dépasse la capacité de la collectivité locale de faire face à ses effets négatifs et exige des mesures extraordinaires de réaction et de rétablissement. (D'après le Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004)

Changements climatiques brusques

La non-linéarité du système climatique peut conduire à des changements climatiques brusques, parfois dénommés changements climatiques rapides, événements brusques ou même surprise. Au nombre des événements brusques possibles qui ont été envisagés figurent une réorganisation de grande ampleur de la circulation thermohaline, une déglaciation rapide et une fonte massive du pergélisol ou un accroissement de la respiration des sols entraînant de rapides changements dans le cycle du carbone. D'autres événements peuvent survenir de façon totalement inattendue. (GIEC, 2007a)

Changements climatiques

Les changements climatiques désignent une variation statistiquement significative de l'état moyen du climat ou de sa variabilité persistant pendant de longues périodes, généralement des décennies ou plus. Les changements climatiques peuvent être dus à des processus internes naturels ou à des forçages externes, ou à des changements anthropiques persistants de la composition de l'atmosphère ou de l'affectation des terres. On notera que la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC), dans son Article 1, fait une distinction entre « les changements climatiques » qui peuvent être attribués aux activités humaines altérant la composition de l'atmosphère, et la « variabilité climatique » due à des causes naturelles. (GIEC, 2007a)

Choléra

Infection intestinale, causée par la bactérie *Vibrio cholerae,* qui se caractérise par des selles liquides fréquentes, des crampes abdominales et pouvant entraîner la mort par déshydratation. On pense que les zooplanctons des eaux froides peuvent transporter un grand nombre de vibrions cholériques dans leur organisme. Le zooplancton se nourrit du phytoplancton, qui prolifère dans les conditions ensoleillées et chaudes. Ainsi, une prolifération de phytoplancton (algues) peut faire augmenter la population de zooplanctons qui transportent les vibrions. (McMichael et coll., 2003)

Climat

Au sens étroit du terme, climat désigne en général le « temps moyen », ou plus précisément une description statistique en termes de moyennes et de variabilité de grandeurs de variables climatiques pertinentes sur des périodes allant de quelques mois à des milliers ou des millions d'années. La période type est de 30 ans, d'après la définition de l'Organisation météorologique mondiale (OMM). Ces quantités pertinentes sont le plus souvent des variables de surface telles que la température, les précipitations et le vent. Au sens large du terme, climat désigne l'état du système climatique, y compris une description statistique de celui-ci. (GIEC, 2007a)

Communautés dépendantes des ressources

La dépendance envers une ressource constitue une mesure de l'importance relative d'un secteur de ressources naturelles auprès d'une communauté particulière, spécifiquement en ce qui concerne le revenu d'emploi directement généré par l'exploitation, la transformation et (dans certains cas) la distribution des ressources. À partir des données du recensement 2001 et aux fins d'analyse comparative, les communautés dépendantes des ressources sont regroupées en classes allant de « moyennement dépendante » (30 à 49,9 % du revenu d'emploi provenant d'une activité liée à la ressource) à « uniquement dépendante » (80 % et plus). (Atlas du Canada, 2006)

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques

Convention signée à la Conférence des Nations Unies sur l'environnement et le développement en 1992. Les gouvernements qui deviennent membres de la Convention s'entendent pour stabiliser les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère à un niveau qui empêche toute perturbation anthropique dangereuse du système climatique. (OMS, 2003)

Coûts des mesures d'adaptation

Coûts de la planification, de l'élaboration, de la préconisation et de l'application des mesures d'adaptation, y compris les coûts de transition. (GIEC, 2007a)

Cryosphère

Composante du système climatique composée de la totalité de la neige, de la glace et du pergélisol au-dessus et au-dessous de la surface de la Terre et des océans. (GIEC, 2007a)

Cryptosporidium

Genre de parasites du système intestinal des poissons, reptiles, oiseaux et mammifères. Une espèce particulière isolée chez l'homme a été identifiée comme étant *Cryptosporidium parvum.* La cryptosporidiose, ou infection par le cryptosporidium, est aujourd'hui reconnue comme une importante infection opportuniste, surtout chez les sujets immunodéprimés. (McMichael et al., 2003)

Danger

Potentiel d'interaction négative entre des phénomènes extrêmes (d'origine naturelle ou technologique) et les segments vulnérables de la population. Trois facteurs se combinent pour donner naissance à un risque : les événements qui peuvent frapper une communauté, la vulnérabilité d'une population à ces impacts, et les ressources dont dispose la communauté pour faire face à ces impacts. (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004)

Dengue

Maladie virale infectieuse transmise par des moustiques, souvent appelée « fièvre qui brise les os » en raison des douleurs violentes qu'elle provoque dans le dos et les articulations. Des infections répétées peuvent conduire à la dengue hémorragique ou au syndrome du choc dengue, qui peuvent être mortels. (GIEC, 2001)

Déterminants de la santé

A chaque étape de la vie, la santé est déterminée par les interactions entre les facteurs sociaux et économiques, l'environnement physique et le comportement individuel. Ces facteurs s'appellent les « déterminants de la santé ». Les déterminants incluent le niveau de revenu et le statut social, les réseaux de soutien, l'éducation et l'alphabétisme, l'emploi et les conditions de travail, les milieux sociaux, l'environnement physique, les habitudes de santé et la capacité d'adaptation personnelle, le développement en santé des enfants, le patrimoine biologique et génétique, les services de santé, le genre et la culture. C'est l'influence combinée des déterminants de la santé qui détermine l'état de la santé. (ASPC, 2007)

Développement durable

Développement qui répond aux besoins actuels sans compromettre la capacité des générations futures à satisfaire leurs propres besoins. (GIEC, 2001)

Dioxyde de carbone (CO_2)

Gaz d'origine naturelle ou résultant de la combustion des combustibles fossiles et de la biomasse ainsi que de changements d'affectation des sols et d'autres procédés industriels. C'est le principal gaz à effet de serre dû à l'activité humaine qui influe sur le bilan net du rayonnement à la surface de la Terre. C'est aussi le gaz de référence par rapport auquel sont mesurés tous les autres gaz à effet de serre, et qui a donc un potentiel de réchauffement global de 1. (GIEC, 2001)

Disparition locale

Disparition d'une espèce dans une partie de son habitat. (GIEC, 2007a)

Dose-réponse

Relation entre la dose et la fréquence d'un effet histologique donné dans une population exposée. On utilise les relations dose-réponse pour déterminer la probabilité d'un résultat ou d'une maladie donnés, ou le risque d'une maladie, en extrapolant des fortes doses vers les basses, et des animaux de laboratoire à l'homme, et en utilisant des modèles mathématiques définissant le risque comme une fonction de la dose d'exposition. (McMichael, 2003)

Écosystème

Système interactif composé de tous les organismes vivants et de leur environnement abiotique (physique et chimique) dans une zone donnée. Les écosystèmes correspondent à des échelles spatiales très variables, qui vont de la Terre entière ou de biomes à l'échelle continentale à de petits systèmes bien circonscrits, comme une mare. (GIEC, 2007a)

Écoumène

Désigne généralement les zones habitées en permanence et tous les lieux de travail qui sont considérés comme occupés et utilisés à des fins économiques. (Statistique Canada, 2007)

Effet d'îlot de chaleur

L'effet dans une zone en milieu urbain où la température ambiante est plus élevée en raison de l'absorption de l'énergie solaire par des matériaux tels que l'asphalte. (GIEC, 2001)

Effet d'îlot thermique urbain

Voir effet d'îlot de chaleur.

Effet de serre

Processus par lequel l'absorption du rayonnement infrarouge par l'atmosphère réchauffe la Terre. En langage courant, le terme « effet de serre » peut désigner soit l'effet de serre naturel, dû à des gaz normalement présents, soit l'effet de serre amplifié (anthropique), imputable aux gaz émis par les activités humaines. (GIEC, 2007a)

Effets non liés au marché

Incidences sur les écosystèmes ou le bien-être qui ne sont pas directement liées aux mécanismes du marché (par exemple, un risque accru de mort prématurée). (GIEC, 2001)

El Niño-Oscillation australe

El Niño, au sens original du terme, est un courant marin chaud qui se manifeste périodiquement le long de la côte de l'Équateur et du Pérou; il désigne maintenant un réchauffement de tout le bassin du Pacifique tropical à l'est de la ligne de changement de date. Ce phénomène océanique est lié à une fluctuation à l'échelle planétaire du régime de pression en surface et de la circulation dans les zones tropicales et subtropicales, appelée oscillation australe. Ce phénomène couplé atmosphère-océan, qui prend place à des échelles de temps de 2 à environ 7 ans, est appelé El Niño-Oscillation australe, ou ENSO. Pendant un épisode ENSO, les alizés faiblissent, ce qui réduit la remontée d'eau et modifie les courants océaniques, de sorte que la température de surface de la mer s'élève, ce qui fait faiblir encore plus les alizés. Ce phénomène exerce une influence considérable sur le vent, la température de la surface de la mer et les précipitations dans la partie tropicale du Pacifique. Il a des effets climatiques sur l'ensemble du bassin du Pacifique et dans de nombreuses autres régions du monde par le truchement de téléconnexions planétaires. La phase froide de l'ENSO est appelée La Niña. (GIEC, 2007a)

Élévation du niveau de la mer

Augmentation du niveau moyen de l'océan. L'élévation eustatique du niveau de la mer désigne la modification du niveau moyen de la mer à l'échelle mondiale due à une augmentation du volume des océans. L'élévation relative du niveau de la mer correspond à une augmentation locale du niveau de l'océan par rapport à la terre, qui peut être provoquée par la montée des eaux océaniques ou à la subsidence des terres émergées. Dans les zones sujettes à de rapides soulèvements des terres, le niveau relatif de la mer peut s'abaisser. (GIEC, 2007a)

Embâcle

Amoncellement de fragments de glace de rivière ou de mer dans un chenal étroit. (GIEC, 2001)

Épidémiologie

Science de la santé publique et de la médecine préventive qui étudie la répartition et les déterminants d'états ou de phénomènes liés à la santé dans des populations particulières et qui applique les résultats des études pour régler ou atténuer les problèmes de santé. (Coggon et coll., 1997)

Escherichia coli (E. coli)

Bactérie qui cause une infection caractérisée par une diarrhée sanglante aiguë et des crampes abdominales intenses. La transmission alimentaire est assurée par des viandes ou fruits et légumes frais contaminés, ou par des produits non pasteurisés. La transmission par l'eau survient lors de baignades dans des plans d'eau contaminés ou l'ingestion d'eau insuffisamment chlorée (CDC, 2005b), comme ce fut le cas pour l'épidémie d'*E. coli* à Walkerton en Ontario en 2000.

Espèce envahissante

Espèce introduite qui envahit des habitats naturels. (GIEC, 2001)

Étude écologique

Étude épidémiologique qui vise à trouver, au niveau de l'individu ou de la communauté, des associations entre l'exposition et l'occurrence de maladie. (Coggon et coll., 1997)

Eutrophisation

Enrichissement (naturel ou par suite d'une pollution) d'une masse d'eau (souvent peu profonde) en substances nutritives dissoutes, avec appauvrissement saisonnier de la teneur en oxygène dissous. (GIEC, 2001)

Évaporation

Passage de l'état liquide à l'état gazeux. (GIEC, 2001)

Évapotranspiration

Processus combiné d'évaporation à la surface de la Terre et de transpiration de la végétation. (GIEC, 2007a)

Exposition

Quantité d'un élément auquel un groupe ou un individu a été exposé; est parfois mise en opposition à la dose (quantité de matière pénétrant dans l'organisme de la personne exposée). Il s'agit donc de deux notions différentes. (McMichael et coll., 2003)

Facteur éolien

Le refroidissement éolien est la sensation de refroidissement causée par l'effet combiné de la température et du vent. Il constitue un risque pour la santé parce qu'il accélère le taux de perte de chaleur du corps. (Environnement Canada, 2002a)

Gastroentérite

Inflammation de l'estomac et des intestins. La gastroentérite virale est causée par divers virus qui entraînent des vomissements ou de la diarrhée. Les pathogènes peuvent être transmis par contact direct ou indirect avec une personne contaminée et par ingestion d'aliments ou boissons contaminés. (CDC, 2005b)

Gaz à effet de serre (GES)

Les gaz à effet de serre sont les constituants gazeux de l'atmosphère, tant naturels qu'anthropiques, qui absorbent et émettent un rayonnement à des longueurs d'onde données du spectre du rayonnement infrarouge émis par la surface de la Terre, l'atmosphère et les nuages. La vapeur d'eau (H_2O), le dioxyde de carbone (CO_2), l'oxyde nitreux (N_2O), le méthane (CH_4) et l'ozone (O_3) sont les principaux gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère terrestre. L'atmosphère contient en outre un certain nombre de gaz à effet de serre entièrement anthropiques tels que les hydrocarbures halogénés et autres substances contenant du chlore et du brome. (GIEC, 2007a)

Gestion du risque

La gestion du risque intervient dans la prise de décisions concernant des situations futures incertaines. C'est le processus systématique (pratiques et procédures) qu'adopte une organisation pour gérer les risques auxquels elle est exposée. Il s'agit de fixer une ligne de conduite préférentielle dans un contexte d'incertitude en identifiant les questions de risque, en les évaluant, en les comprenant, en agissant sur elles et en les faisant connaître. (Santé Canada, 2005)

Giardia – Giardia

Protozoaire parasite qui cause la giardiase, aussi appelée « fièvre du castor », dont les symptômes sont la diarrhée chronique et des crampes abdominales. La transmission d'une personne à l'autre est commune dans des conditions de mauvaise hygiène personnelle. Des poussées peuvent se produire par l'ingestion des spores provenant d'aliments ou d'eau présentant une contamination fécale. (ASPC, 2003)

Glace de mer

Toute forme de glace présente en mer et provenant de la congélation de l'eau de mer. Il peut s'agir de morceaux distincts (floe) qui se déplacent à la surface de l'océan sous l'effet du vent et des courants (banquise dérivante) ou d'une plate-forme immobile rattachée à la côte (banquise côtière). La glace de mer de moins d'un an est appelée glace de l'année. La glace ayant survécu à au moins une période de fonte estivale est appelée glace de plusieurs années. (GIEC, 2007a)

Glacier

Masse de glace terrestre s'écoulant le long d'une pente (par déformation interne et glissement à la base) et limitée dans ses mouvements par la topographie environnante, par exemple les versants d'une vallée ou les sommets voisins; la topographie du substratum rocheux exerce une grande influence sur la dynamique et la pente en surface des glaciers. Les glaciers sont alimentés par la neige accumulée en altitude, cette accumulation étant elle-même compensée par la fonte à basse altitude ou le déversement en mer. (GIEC, 2001)

Glissement de terrain

Mouvement en masse de matériaux sous l'effet de la gravité, souvent facilité par la présence d'eau lorsque les matériaux sont saturés; mouvement en masse rapide de sols, de roches ou de débris sur un versant. (GIEC, 2001)

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC)

Groupe d'experts créé en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et chargé d'évaluer les informations scientifiques, techniques et socio-économiques pertinentes pour comprendre les changements climatiques, ses incidences possibles et les options d'adaptation et d'atténuation. Il se compose de trois groupes de travail (éléments scientifiques; conséquences, adaptation et vulnérabilité; atténuation) et d'une équipe spéciale pour les inventaires nationaux de gaz à effet de serre. (GIEC, 2007a)

Hantavirus

Virus de la famille des Bunyaviridés qui provoque un genre de fièvre hémorragique. Il semble que cette maladie soit transmise à l'homme principalement par des rongeurs infectés, soit par contact direct avec les animaux, soit par inhalation ou ingestion de particules contenant de l'urine séchée. (GIEC, 2001)

Identification de masses d'air synoptiques

Évaluation des attributs météorologiques de la totalité de l'atmosphère; méthodes utilisées pour analyser les relations entre les conditions atmosphériques totales et l'environnement en surface. (McMichael et coll., 2003)

Incertitude

Expression du degré d'inconnaissance d'une valeur (p. ex., l'état futur du système climatique). L'incertitude peut résulter d'un manque d'information ou d'un désaccord sur ce qui est connu, voire connaissable. Elle peut avoir diverses origines et peut ainsi résulter d'erreurs chiffrables dans les données, d'une définition trop imprécise des concepts ou de la terminologie employés ou encore de projections incertaines du comportement humain. L'incertitude peut donc être représentée par des mesures quantitatives (p. ex., un ensemble de valeurs calculées par divers modèles) ou par des énoncés qualitatifs (reflétant par exemple l'opinion d'une équipe d'experts). (GIEC, 2001)

Incidences du climat

Effets, négatifs ou positifs, du changement et de la variabilité du climat sur les systèmes humains et naturels. Selon que l'on tienne compte ou non de l'adaptation, on peut établir une distinction entre les incidences potentielles et les incidences résiduelles : les premières sont celles qui sont susceptibles de se produire dans le cadre de changements climatiques prévus, sans qu'il soit tenu compte de l'adaptation; les secondes sont les incidences des changements climatiques après adaptation. (GIEC, 2007)

Indice de la qualité de l'air

L'IQA est un outil de communication, utilisé pour indiquer les conditions de qualité de l'air présentes et prévues à court terme. Les polluants détectés actuellement par les IQA canadiens incluent le dioxyde de soufre, l'ozone, le dioxyde d'azote, les composés de soufre réduit total, le monoxyde de carbone et les particules fines et grossières. Les IQA, et les messages relatifs à la santé qui les accompagnent, sont diffusés chaque jour, à intervalles définis, par les provinces, les territoires et certains districts régionaux ou municipalités, à l'intention de la population et des médias. Grâce à ces éléments d'information, les gens peuvent décider des moyens à prendre pour réduire les risques pour leur santé, ainsi que pour limiter leur propre contribution à la pollution atmosphérique. (Santé Canada, 2006)

Infrastructure critique

Installation matérielle et de technologie de l'information, les réseaux et les biens dont la perturbation ou la destruction aurait de sérieuses conséquences pour la santé, la sûreté, la sécurité, ou le bien-être économique des Canadiens ou le fonctionnement efficace des gouvernements du Canada. (SPPCC, 2007b)

Infrastructure

Matériel de base, équipements collectifs, entreprises productives, installations et services nécessaires au bon fonctionnement et au développement d'une organisation, d'une ville ou d'un pays. (GIEC, 2001)

Instruments stratégiques

Moyen de s'attaquer à un problème et d'atteindre les objectifs stratégiques visés que peuvent utiliser les gouvernements pour changer les structures socio-économiques et les comportements individuels et collectifs. Parmi ces instruments figurent la fourniture d'information, des codes, des normes et des lignes directrices volontaires, des réglementations et des mécanismes basés sur le marché (p. ex., régimes d'échange de droits d'émission, régimes de tarification et d'allocation de l'eau). (PNUD, 2005)

Intégration de l'adaptation

Prise en compte des considérations d'atténuation et d'adaptation relatives aux changements climatiques dans les politiques, programmes et activités à tous les niveaux de prise de décision, au lieu de créer de nouvelles politiques ou instruments stratégiques. L'objectif est de faire du processus d'adaptation un élément essentiel des cadres existants de prise de décision et de planification. (Adapté de PNUD, 2005)

Intervenant ou partie prenante

Personne ou organisation ayant un intérêt légitime dans un projet ou une entité ou qui pourrait subir les effets de certaines mesures ou politiques. (GIEC, 2007a)

Intervention d'urgence

Mesures prises avant, pendant ou immédiatement après une urgence pour faire en sorte que ses effets soient minimisés et que les personnes touchées reçoivent une aide et un appui immédiats.

Ixodes scapularis

Tique dure appartenant à la famille des Ixodidés. Ces organismes transmettent la maladie de Lyme, une zoonose bactérienne (McMichael et coll., 2003). *Voir aussi maladie de Lyme.*

Jugement d'expert

Énoncé, qui représente un processus d'évaluation pouvant être décrit comme un ensemble de conditions et de critères, émis par une personne généralement reconnue comme source fiable de connaissances, de techniques ou de compétences et dont le jugement fait autorité auprès du public ou des pairs.

Legionella

Voir maladie du légionnaire.

Leptospirose

Infection bactérienne causée chez l'homme par le genre *Leptospira.* Les symptômes sont une forte fièvre, un ictère, de graves douleurs musculaires et des vomissements. La transmission se fait par contact avec des animaux infectés ou avec de l'eau contaminée par de l'urine de rats. Aussi appelée « maladie de Weil ». (McMichael et coll., 2003)

Maladie à vecteur, maladie à transmission vectorielle

Maladie transmise par un vecteur (p. ex., moustique, tique); c'est notamment le cas du paludisme, de la dengue et de la leishmaniose. (GIEC, 2007a)

Maladie de Lyme

Zoonose bactérienne causée par le spirochète *Borrelia burgdoferi* et transmise par des tiques dures du genre *Ixodes.* Les principaux animaux-hôtes de la maladie de Lyme sont les cervidés sauvages et les animaux de compagnie. (McMichael et coll., 2003)

Maladie du légionnaire

Forme la plus grave de la légionellose, infection causée par la bactérie *Legionella pneumophila.* Les symptômes, semblables à ceux de la pneumonie, comportent de la fièvre, des frissons et de la toux. L'infection survient par inhalation de brume ou de vapeur contaminée par la bactérie, qui prolifère dans les milieux chauds et humides, comme les bains chauds, les réservoirs d'eau ou certaines parties des systèmes de climatisation de grands immeubles. (CDC, 2005b)

Maladie infectieuse

Toute maladie qui peut être transmise d'une personne à une autre. Cette transmission peut s'effectuer par contact physique direct, par manipulation d'un objet où se trouvent des agents infectieux, par le truchement d'un porteur de la maladie ou par le biais de gouttelettes infectées expectorées ou exhalées dans l'air. (GIEC, 2001)

Maladie transmise par des rongeurs

Maladie transmise lors de contacts étroits, directs ou indirects, de l'homme avec des rongeurs. Ces maladies peuvent être transmises indirectement à l'homme par des tiques, acariens et puces qui ont piqué des rongeurs infectés. Les voies de transmission directe sont les morsures ou la consommation d'aliments ou d'eau contaminés par des excréments de rongeurs, le contact avec des eaux de surface contaminées par l'urine de rongeurs ou l'inhalation des microorganismes qui pourraient être présents dans l'urine ou les excréments des rongeurs et avoir été soulevés dans l'air. (CDC, 2006)

Maladies à transmission hydrique

Les maladies à transmission hydrique résultent de l'exposition à des substances chimiques ou à des microorganismes pathogènes présents dans l'eau potable ou dans l'eau utilisée pour les loisirs. L'eau contaminée pénètre le plus souvent dans l'organisme par ingestion, mais les contaminants présents dans l'eau peuvent aussi être inhalés, adsorbés et absorbés via des lésions ou blessures ouvertes. (Environnement Canada, 2001)

Maladies d'origine alimentaire

Maladies de nature infectieuse, parasitique ou toxique, contractées via l'ingestion d'aliments contaminés. (CDC, 2005a)

Mandat d'urgence

Une organisation dotée d'un mandat d'urgence offre des services d'aide d'urgence dans le cadre de sa mission constitutionnelle ou de la tradition établie de prestation de services à la collectivité. (Croix-Rouge Canadienne et coll., s.d.)

Marge de résistance

Variation des stimuli climatiques à laquelle un système peut être soumis sans effets notables.

Masse d'air

Caractérisation météorologique synoptique d'une partie de l'atmosphère et de ses attributs. On peut identifier empiriquement les masses d'air à l'aide d'une combinaison de variables météorologiques, dont la température, l'humidité relative, la vitesse et la direction du vent, et la pression barométrique. (McMichael et coll., 2003)

Mauvaise adaptation (Mésadaptation)

Tout changement délibéré dans les systèmes humains ou naturels qui, par mégarde, augmente la vulnérabilité aux stimuli climatiques; une adaptation qui augmente la vulnérabilité au lieu de la diminuer. (GIEC, 2001)

Méta-analyse

Utilisation de méthodes statistiques pour combiner les résultats d'études indépendantes différentes. (McMichael et coll., 2003)

Méthane

Hydrocarbure constituant un gaz à effet de serre produit par la décomposition anaérobie (sans oxygène) des déchets dans les sites d'enfouissement, la digestion des animaux, la décomposition de déchets animaux, l'extraction de charbon et la combustion incomplète de combustibles fossiles. C'est l'un des six gaz ou groupes de gaz à effet de serre visés par le Protocole de Kyoto. (OMS, 2003)

Microclimat

En climatologie : climat localisé, intégrant les processus physiques en jeu dans la couche limite atmosphérique. La couche limite, soit les 100 à 200 premiers mètres de l'atmosphère, est la partie de la troposphère qui subit directement l'influence de la surface de la Terre. Par exemple, l'humidité atmosphérique est régie par la végétation, les températures ambiantes, par la présence d'immeubles et de routes, etc. En écologie : conditions climatiques dans le milieu occupé par une espèce, une communauté d'espèces ou un écosystème. Par exemple, sur les flancs de montagnes, les températures auxquelles sont soumis les végétaux diffèrent selon l'orientation du versant. De même, dans les forêts, la température de l'air varie selon la couverture et la hauteur du houppier. Dans bien des cas, ces différences sont cruciales pour la survie et la longévité de l'espèce. (McMichael et coll., 2003)

Modèle climatique

Représentation numérique du système climatique basée sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ses composants, leurs processus d'interaction et de rétroaction, et représentant la totalité ou une partie de ses propriétés connues. Des modèles de circulation mondiale couplés atmosphère/océan/glace marine (AOGCM) fournissent une représentation générale du système climatique qui est la plus exhaustive du spectre actuellement disponible. Les modèles climatiques sont des outils de recherche utilisés pour l'étude et la simulation du climat, mais également dans des buts opérationnels, notamment des prévisions climatiques mensuelles, saisonnières et interannuelles. (GIEC, 2007a)

Modèle de circulation générale

Représentation numérique du système climatique basée sur les propriétés physiques, chimiques et biologiques de ses composantes et leurs processus d'interaction et de rétroaction et qui tient compte de la totalité ou d'une partie de ses propriétés connues. Le système climatique peut être représenté par des modèles d'une complexité variable : autrement dit, pour une composante ou une combinaison de composantes donnée, on peut définir une hiérarchie de modèles différant par certains aspects tels que le nombre de dimensions spatiales, le degré de représentation explicite des processus physiques, chimiques ou biologiques ou le degré d'inclusion des paramétrages empiriques. (GIEC, 2001)

Morbidité

Fréquence d'une maladie ou de tout autre trouble de santé dans une population donnée, compte tenu du taux de morbidité par âge. Parmi les résultats en matière de santé figurent l'incidence ou la prévalence des maladies chroniques, les taux d'hospitalisation, les consultations pour soins de santé primaires, le nombre de journées d'invalidité (c'est-à-dire de journées d'arrêt de travail) et la prévalence des symptômes. (GIEC, 2001)

Mortalité

Fréquence des décès dans une population donnée durant une période de temps précise. Pour calculer la mortalité, on tient compte du taux de mortalité par âge, ce qui permet de déterminer l'espérance de vie et la proportion des morts prématurées. (GIEC, 2001)

Onde de tempête

Élévation temporaire de la mer, en un lieu particulier, par suite de conditions météorologiques extrêmes (basse pression atmosphérique, vents forts). L'onde de tempête se définit comme la différence entre la marée effective et la marée habituellement prévue à l'endroit et au moment considérés. (GIEC, 2007a)

Organisme bénévole

On considère que des organismes font partie du secteur bénévole et sans but lucratif s'ils : sont organisés (donc, ont une structure et sont constitués en institution à un certain degré, sans nécessairement être légalement constitués); sont non gouvernementaux (sont institutionnellement séparés des gouvernements); ne distribuent pas de profits (autrement dit, ne transmettent aucun des profits réalisés à leurs propriétaires ou directeurs); sont autogérés (donc indépendants et en mesure de régir leurs propres activités); sont bénévoles (c'est-à-dire qu'ils tirent jusqu'à un certain point profit de contributions volontaires en temps ou en argent). (McMullen et Schellenberg, 2003)

Oscillation nord-atlantique (ONA)

L'oscillation nord-atlantique consiste en variations contraires de la pression barométrique près de l'Islande et des Açores. En général, un courant d'ouest entre la zone de basse pression de l'Islande et la zone de haute pression des Açores entraîne vers l'Europe des cyclones accompagnés de leurs systèmes frontaux. Toutefois, la différence de pression entre l'Islande et les Açores fluctue selon des échelles de temps variant de plusieurs journées à plusieurs décades, et peut parfois s'inverser. (GIEC, 2001)

Outils d'adaptation

Terme générique désignant les méthodologies, les lignes directrices et les processus simplifiés qui permettent aux intervenants d'évaluer les implications des incidences des changements climatiques et des options d'adaptation pertinentes dans le contexte de leur environnement propre. Ces outils peuvent avoir différents formats et des applications diverses : applications horizontales ou pluridisciplinaires (p. ex., modèles du climat, méthodes d'élaboration de scénarios, analyse des intervenants, outils de prise de décision, outils d'analyse de décision) ou sectorielles (p. ex., modèles des cultures ou de la végétation, méthodes d'évaluation de la vulnérabilité des zones côtières). (CCNUCC, s.d.)

Oxyde nitreux (N_2O)

Puissant gaz à effet de serre dont les émissions sont attribuables à certaines pratiques de travail du sol, en particulier l'utilisation d'engrais commerciaux et organiques, à la combustion de combustibles fossiles, à la production d'acide nitrique et au brûlage de la biomasse. Un des six gaz ou groupes de gaz à effet de serre qui doivent être réduits aux termes du *Protocole de Kyoto.* (McMichael et coll., 2003)

Ozone (O_3)

L'ozone, qui est la forme triatomique de l'oxygène (O_3), est un constituant gazeux de l'atmosphère. Dans la troposphère, il se forme à la fois naturellement et par suite de réactions photochimiques faisant intervenir des gaz résultant de l'activité humaine (smog photochimique). À forte concentration, l'ozone troposphérique peut avoir des effets nocifs sur un grand nombre d'organismes vivants. Il agit comme un gaz à effet de serre. Dans la stratosphère, l'ozone résulte de l'interaction du rayonnement solaire ultraviolet et de l'oxygène moléculaire (O_2). L'ozone stratosphérique joue un rôle décisif dans l'équilibre radiatif de la stratosphère. L'appauvrissement en ozone stratosphérique, dû à des réactions chimiques qui peuvent être amplifiées par les changements climatiques, a pour conséquence d'intensifier le flux au sol du rayonnement ultraviolet B (UVB) (GIEC, 2001). *Voir aussi ozone de la basse atmosphère.*

Ozone de la basse atmosphère (O_3)

L'ozone (O_3) de la basse atmosphère (l'ozone troposphérique) est un gaz incolore et extrêmement irritant qui se forme juste au-dessus de la surface de la Terre quand des oxydes d'azote (NOx) et des composés organiques volatils (COV) réagissent dans de l'air stagnant sous l'influence du rayonnement solaire. L'exposition à ce gaz a été liée à des mortalités prématurées et à divers paramètres morbides tels que l'hospitalisation et les jours avec symptômes d'asthme, ainsi qu'à des effets négatifs sur la végétation et les matériaux synthétiques (Environnement Canada, 2006b). *Voir aussi ozone.*

Ozone troposphérique (O_3)

Voir ozone de la basse atmosphère.

Paludisme

Maladie parasitique endémique ou épidémique causée par quatre espèces de protozoaires du genre *Plasmodium,* transmises à l'homme par la piqûre de femelles de moustiques *Anopheles.* La maladie, qui se caractérise par de forts accès de fièvre et des désordres systémiques, fait chaque année environ deux millions de morts, dont 90 % en Afrique subsaharienne. Le paludisme est la maladie à transmission vectorielle la plus grave et la plus répandue du monde. (McMichael et coll., 2003)

Pandémie

Épidémie survenant sur un très vaste territoire, traversant les frontières internationales et affectant généralement un grand nombre de personnes. (McMichael et coll., 2003)

Particules (PM)

Corps de très petites dimensions émis durant la combustion de combustibles fossiles ou de biocarburants. Les particules peuvent être constituées de nombreuses sortes de substances. Les particules les plus nocives sont celles dont le diamètre est inférieur ou égal à 2.5 microns, aussi appelées $PM_{2.5}$. (GIEC, 2001)

Parties par million (ppm)

Parties par million; unité de concentration souvent utilisée pour mesurer les niveaux de polluants dans l'air, l'eau, les fluides corporels, etc. Une ppm est une partie par million en volume. (McMichael et coll., 2003)

Pathogène

Agent causal d'une maladie, comme les bactéries, les virus, les algues, les champignons et les protozoaires. (Santé Canada, 2007)

Pergélisol

Sol gelé en permanence en raison du maintien d'une température inférieure à 0 °C pendant plusieurs années. (GIEC, 2001)

Période de récurrence (ou période de retour)

Il s'agit du temps moyen écoulé entre deux occurrences d'un événement particulier. Lorsque cette durée a une distribution géométrique, la période de récurrence est égale à l'inverse de la probabilité que l'événement se produise au cours de la prochaine période de temps, autrement dit T = 1/P, où T est la période de récurrence, en nombre d'intervalles de temps, et P la probabilité que la prochaine occurrence de l'événement se produise au cours d'un intervalle donné. (AMS, 2000)

Phénologie

Étude des phénomènes naturels périodiques (p. ex., la prolifération d'algues ou la migration) et de leur rapport avec le climat et ses changements saisonniers. (GIEC, 2007a)

Phénomène extrême

Événement qui entraîne de graves dommages dans une collectivité, avec destruction de biens, blessures et décès. (D'après le Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004)

Politique « sans regrets »

Politique procurant des avantages nets sur le plan social, que se produisent ou non des changements climatiques anthropiques. (GIEC, 2001)

Préparation

Élaboration et mise au point de mesures de réaction et de rétablissement destinées à accroître la capacité de la communauté à répondre à d'éventuels impacts. (D'après le Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004)

Prévention

Méthode d'éviter des problèmes de santé (p. ex., maladies, blessures) par des interventions. On peut prévenir les maladies et blessures et en réduire la fréquence à l'aide de trois mécanismes : les activités destinées à réduire les facteurs menant à des problèmes de santé; les activités de détection précoce du potentiel de développement ou d'occurrence d'un problème de santé, et les interventions en ce sens; et les activités ciblées sur le traitement de problèmes de santé et la prévention d'une détérioration ultérieure et d'une récurrence. (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004)

Prévision du climat

La prévision du climat est le résultat d'une tentative d'estimation de l'évolution réelle du climat à l'avenir, par exemple à des échelles temporelles saisonnières, interannuelles ou à plus long terme. (GIEC, 2007a)

Principe de précaution

Quand on a des motifs raisonnables de penser qu'un agent peut causer des dommages graves ou irréversibles à la santé humaine, il convient de prendre des mesures économiques de précaution, même si certaines relations de cause à effet ne sont pas totalement établies scientifiquement. Dans la mesure du possible, tenter d'anticiper et de prévenir les risques pour la santé plutôt que de se contenter de maîtriser ceux qui se sont déjà manifestés. (D'après Santé Canada, 2000)

Projection climatique

Réponse calculée du système climatique à des scénarios d'émissions ou de concentration de gaz à effet de serre et d'aérosols ou à des scénarios de forçage radiatif, souvent fondée sur des simulations par des modèles climatiques. Les projections climatiques se distinguent des prévisions climatiques par le fait qu'elles sont fonction des scénarios d'émissions, de concentration ou de forçage radiatif utilisés et qu'elles reposent par conséquent sur des hypothèses très incertaines concernant l'évolution socio-économique et technologique future. (GIEC, 2007a)

Rage

La rage est une infection virale des mammifères qui est souvent causée par la morsure d'un animal infecté. Il existe un vaccin contre le virus de la rage, qui affecte le système nerveux central. Les premiers symptômes, non spécifiques, sont de la fièvre, des maux de tête et des malaises; les symptômes suivants sont de nature neurologique. La mort survient généralement dans les jours suivant l'apparition des symptômes. (CDC, 2005b)

Rayonnement ultraviolet

Rayonnement solaire correspondant à une certaine longueur d'onde selon le type de rayonnement (A, B ou C). L'ozone absorbe fortement dans la longueur UV-C (< 280 nm) et le rayonnement solaire dans ces longueurs d'onde n'atteint pas la surface terrestre. À mesure que la longueur d'onde augmente (UV-B : 280 nm à 315 nm et UV-A : 315 nm à 400 nm), l'absorption de l'ozone s'affaiblit jusqu'à devenir indétectable à environ 340 nm. (McMichael et coll., 2003)

Réassurance

Transfert d'une partie des risques assumés au titre de l'assurance primaire à un deuxième niveau d'assureurs (les réassureurs); il s'agit fondamentalement d'une « assurance pour les assureurs ». (GIEC, 2001)

Réduction d'échelle

Méthode permettant d'obtenir des informations à l'échelle locale à régionale (10 à 100 kilomètres) à partir de modèles ou d'analyses de données à plus grande échelle. (GIEC, 2007a)

Réponse aux dangers naturels

Mesures prises immédiatement avant, pendant ou juste après une catastrophe pour protéger les personnes et les biens et pour favoriser le rétablissement, comme les communications publiques d'urgence, les opérations de recherche-sauvetage et l'aide médicale. (SPPCC, s.d.)

Résilience

Ampleur du changement dont un système peut être l'objet sans changer d'état. (GIEC, 2001)

Ressources de réaction

Les compétences individuelles et communautaires, matériels, équipements ou services qui peuvent être utilisés pour répondre aux demandes créées par un incident. On y inclut les services municipaux, les services d'urgence, les entreprises privées, les bénévoles et d'autres sources, officielles ou non. (D'après le Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004)

Rétablissement

Mesures prises après une catastrophe pour remettre en état les systèmes critiques et ramener la collectivité aux conditions antérieures à la catastrophe, ce qui fait intervenir les volets physique, social et économique de cette collectivité. (Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004)

Rétroaction

Processus qui provoque, dans un second processus, des changements qui influent à leur tour sur le processus initial. Une rétroaction positive renforce le processus initial, et une rétroaction négative l'atténue. (GIEC, 2007a)

Revue de la littérature

Examen exhaustif des publications dans un domaine d'étude donné ou sur un axe de recherche particulier, généralement sous la forme d'une liste de références ou d'un examen approfondi de mots-clés. La première section de la plupart des articles de recherche est généralement consacrée à un examen de la littérature existante sur le sujet couvert dans l'article. (McMichael et coll., 2003)

Risque

Le risque désigne l'incertitude entourant des événements et des résultats à venir. C'est le niveau d'exposition aux incertitudes qu'un organisme doit comprendre et gérer efficacement. Le risque est l'expression de la probabilité et de l'incidence d'un événement susceptible d'influencer l'atteinte des objectifs d'une organisation. (Santé Canada, 2005)

Route d'hiver

Chemin temporaire aménagé sur un sol gelé ou un plan d'eau gelé pour faciliter le transport entre des collectivités et des sites d'extraction des ressources en l'absence de routes permanentes. (Manitoba Infrastructure and Transportation, s.d.)

Salmonella

Groupe de bactéries qui causent une maladie infectieuse aiguë caractérisée par un début brutal et accompagnée de douleurs abdominales, de diarrhée, de nausées et de vomissements. La transmission survient par ingestion d'aliments contaminés, le contact avec des animaux infectés (p. ex., reptiles et oiseaux), ou contact fécal-oral d'une personne à l'autre. La plupart du temps, la guérison survient sans traitement. (ASPC, 2003)

Santé de la population

Mesure de l'état de santé de populations, proposée dans les années 1990 pour remplacer sélectivement l'utilisation des termes « santé humaine », qui est plus restrictif, et « santé publique », qui inclut aussi les infrastructures et les mesures préventives et curatives. (McMichael et coll., 2003)

Savoir traditionnel

Divers systèmes de connaissances, pratiques et croyances acquis par l'expérience et transmis culturellement entre membres et générations d'une communauté. (ACIA, 2005)

Scénario climatique

Représentation vraisemblable et souvent simplifiée du climat futur, fondée sur un ensemble intrinsèquement cohérent de relations climatologiques, établie pour l'étude explicite des conséquences possibles des changements climatiques anthropiques, et composante fréquente des modèles sur les incidences. Les projections climatiques constituent fréquemment la matière première des scénarios climatiques, mais, en général, ces derniers nécessitent des données complémentaires telles que les données climatiques réelles. Un « scénario de changements climatiques » est la différence entre un scénario climatique et le climat réel. (GIEC, 2007a)

Scénario d'émissions

Représentation plausible de l'évolution future des émissions de substances potentiellement actives du point de vue radiatif (p. ex., gaz à effet de serre, aérosols), basée sur un ensemble cohérent et homogène d'hypothèses concernant les éléments moteurs (p. ex., évolution démographique et socio-économique, progrès technologique) et leurs interactions. Les scénarios de concentration, découlant des scénarios d'émissions, sont utilisés comme entrées des modèles de climat servant à établir des projections climatiques. Depuis 1992, le GIEC a publié deux séries de scénarios d'émissions, le plus récent paraissant dans son *Rapport spécial sur les scénarios d'émissions.* (Nakicenovic et Swart, 2000; GIEC, 2007a)

Scénarios SRES

Canevas et scénarios connexes concernant l'évolution de la population, du produit intérieur brut (PIB) et des émissions, figurant dans le *Rapport spécial sur les scénarios d'émission (RSSE)* (Nakicenovic et coll., 2000), ainsi que les scénarios dérivés portant sur les changements climatiques et l'élévation du niveau marin. Quatre familles de scénarios socio-économiques (A1, A2, B1 et B2) font intervenir deux dimensions distinctes pour présenter les conditions qui pourraient être les nôtres à l'avenir : 1) les préoccupations économiques par opposition aux préoccupations environnementales, et 2) la mondialisation par opposition aux modes de développement régionaux. (GIEC, 2007a)

Sécheresse

La sécheresse agricole désigne un déficit hydrique dans la couche supérieure (1 mètre environ) du sol (la zone radiculaire), qui affecte les cultures; la sécheresse météorologique est essentiellement un manque prolongé de précipitations; quant à la sécheresse hydrologique, elle se caractérise par un débit des cours d'eau et un niveau des lacs et des eaux souterraines inférieurs à la normale. (GIEC, 2007a)

Secteur bénévole

Comprend à la fois les bénévoles et les entités qui ne sont ni des organismes à but lucratif ni des organismes d'état. Ce secteur comprend des organismes constitués sans but lucratif et des groupes communautaires non constitués. On parle aussi de secteur communautaire, de secteur sans but lucratif, de tiers secteur ou de secteur dédié au bien public. Leur caractéristique commune est le recours à des conseils d'administration de bénévoles pour la gestion de leurs activités. (Croix-Rouge Canadienne et coll., s.d.)

Sécurité alimentaire

Situation dans laquelle les personnes ont un accès assuré à une nourriture saine et nutritive en quantités suffisantes pour leur garantir une croissance normale et une vie active et saine. L'insécurité alimentaire peut résulter d'un manque de nourriture, d'un pouvoir d'achat insuffisant, de problèmes de distribution ou d'une mauvaise utilisation des aliments dans les ménages. (GIEC, 2007a)

Sensibilité

Degré auquel un système est influencé, positivement ou négativement, par la variabilité du climat ou les changements climatiques. Les effets peuvent être directs (p. ex., la modification des rendements agricoles due à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (p. ex., les dommages causés par une augmentation de fréquence des inondations côtières en raison d'une élévation du niveau de la mer). (GIEC, 2007a)

Seuil

Degré d'ampleur d'un processus où survient un changement soudain ou rapide. Point ou niveau où un système écologique, économique ou autre acquiert des propriétés nouvelles, qui invalident les prévisions fondées sur des relations mathématiques applicables aux niveaux inférieurs. (GIEC, 2007a)

Shigella

Famille de bactéries qui causent chez l'homme la shigellose, caractérisée par de la fièvre, des crampes d'estomac et une diarrhée souvent sanglante. La transmission des *Shigella* survient par ingestion d'aliments contaminés, par baignade dans de l'eau contaminée ou ingestion d'une telle eau, ou par contact fécal-oral d'une personne à l'autre. (CDC, 2005b)

Situation de départ (ou de référence)

Situation par rapport à laquelle un éventuel changement est mesuré. Il peut s'agir d'une « situation de départ actuelle », c'est-à-dire de conditions actuelles observables, ou d'une « situation de départ future », correspondant à un ensemble projeté de conditions futures, à l'exception du principal élément d'intérêt. D'autres interprétations des conditions de référence peuvent donner lieu à de multiples situations de base. (GIEC, 2001)

Standards pancanadiens (PM et ozone)

Les standards pancanadiens (SP) sont des objectifs de qualité de l'environnement et de santé humaine sur lesquels se sont entendus les provinces, les territoires et le gouvernement fédéral, par l'entremise du Conseil canadien des ministres de l'environnement. Il a été constaté que les PM et O_3 ont des impacts sur la santé même à de basses concentrations; les standards pancanadiens visent donc à ramener ces dernières à des niveaux moins dangereux pour la santé. (CCME, 2000)

Stratosphère

Région fortement stratifiée de l'atmosphère, située au-dessus de la troposphère, s'étendant d'environ 10 km (en moyenne, de 9 km aux latitudes élevées à 16 km dans la zone tropicale) à environ 50 km d'altitude. (GIEC, 2001)

Synoptique

Relatif aux conditions atmosphériques et météorologiques qui dominent sur une vaste étendue. (GIEC, 2001)

Système

Entité formée d'éléments divers mais interreliés qui fonctionnent comme un tout complexe. Il peut s'agir, par exemple, du système climatique, des écosystèmes et des économies de marché. (Kump et coll., 2004)

Système mondial de localisation (GPS)

Système de radionavigation de poche qui permet à des utilisateurs situés sur terre, en mer ou dans les airs de déterminer leur emplacement exact, leur vitesse et l'heure 24 heures par jour, par tous les temps, n'importe où dans le monde. (McMichael et coll., 2003)

Temps

Le temps est l'état de l'atmosphère à un moment et à un endroit donnés pour ce qui est de la température, de la pression atmosphérique, de l'humidité, du vent, de la nébulosité et des précipitations. Le terme « temps » sert surtout à désigner des conditions à court terme. (Environnement Canada, 2007)

Toxoplasma gondii

Voir Toxoplasmose.

Toxoplasmose

Maladie causée par un parasite monocellulaire, *Toxoplasma gondii,* qui est transmis par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés, ou par contact avec des excréments de chats. La plupart des gens en bonne santé ne montrent pas de symptômes; cependant, les femmes enceintes et les personnes immunodéprimées devraient faire preuve de prudence. (CDC, 2005b)

Trichinella

Voir Trichinose.

Trichinose

Maladie contractée par ingestion de viande crue ou insuffisamment cuite provenant d'animaux infectés par la larve du ver rond *Trichinella.* Les premiers symptômes sont des nausées, des diarrhées, des vomissements, de la fatigue et de la fièvre. En cas de forme grave de l'infection, il peut survenir des problèmes cardiovasculaires, voire la mort. (CDC, 2005a)

Troposphère

Partie inférieure de l'atmosphère, s'étendant de la surface de la Terre à environ 10 km d'altitude aux latitudes moyennes (cette altitude variant en moyenne de 9 km aux latitudes élevées à 16 km dans la zone tropicale), où se forment les nuages et où se produisent les phénomènes météorologiques. Dans la troposphère, la température diminue généralement avec l'altitude. (GIEC, 2001)

Tularémie

Zoonose causée par la bactérie *Francisella tularensis,* généralement présente chez des animaux tels que les rongeurs, les lapins et les lièvres. Elle se transmet par ingestion d'aliments ou d'eau contaminés, par inhalation de la bactérie ou par morsure d'un insecte infecté. Parmi les symptômes figurent la fièvre, des frissons, des maux de tête, de la diarrhée et, selon la voie d'exposition, des ulcères cutanés ou buccaux, une enflure des ganglions et des yeux. (CDC, 2005b)

Urbanisation

Conversion de terres à l'état naturel, exploitées (p. ex., à des fins agricoles) ou non, en zones urbaines; le processus va de pair avec un exode rural, une proportion croissante de la population venant s'installer dans des établissements définis comme des « centres urbains ». (GIEC, 2007a)

Urgence

Incidents graves qui touchent plus de gens, qu'il s'agisse de victimes ou d'intervenants, que les accidents, mais n'affectent pas la collectivité au même point que les catastrophes. (D'après le Réseau fédéral-provincial-territorial des mesures et interventions d'urgence, 2004)

Vague de chaleur (ou canicule)

Période de chaleur inhabituelle d'origine atmosphérique (Environnement Canada, 2002b), qui peut avoir des effets néfastes sur la santé de la population touchée. Environnement Canada considère qu'il y a vague de chaleur quand la température maximale atteint ou dépasse 32 °C trois jours consécutifs.

Vague de froid

Période de froid inhabituel d'origine atmosphérique, qui peut avoir des effets néfastes sur la santé de la population touchée. (Environnement Canada, 2002b)

Variabilité du climat

Variations de l'état moyen et d'autres statistiques (p. ex., écarts-types, phénomènes extrêmes) du climat à toutes les échelles temporelles et spatiales au-delà de la variabilité propre à des phénomènes climatiques isolés. La variabilité peut être due à des processus internes naturels au sein du système climatique ou à des variations des forçages externes naturels ou anthropiques. (GIEC, 2007a)

Vecteur

Tout organisme (p. ex., un insecte) susceptible de transmettre un agent pathogène (GIEC, 2001)

Vibrio parahaemolyticus

Bactérie de la même famille que celle qui cause le choléra. Entraîne chez l'homme des troubles gastro-intestinaux, dont les symptômes peuvent être des diarrhées liquides, des crampes abdominales, des nausées, de la fièvre et des frissons. L'infection résulte généralement de la consommation de crustacés crus ou insuffisamment cuits, mais la bactérie peut aussi infecter des plaies ouvertes. (CDC, 2005b)

Virus du Nil occidental

Virus zoonotique transmis par des moustiques (généralement des *Culex*) et entretenu dans un cycle faunique où interviennent des oiseaux. L'expansion occasionnelle à la population humaine survient après une amplification du virus et peut causer de vastes épidémies. Les symptômes peuvent être bénins (fièvre, maux de tête et douleurs physiques), mais les infections graves se traduisent par de fortes fièvres, une raideur du cou, le coma et la paralysie. (McMichael et coll., 2003)

Vulnérabilité

Mesure dans laquelle un système est sensible – ou incapable de faire face – aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité est fonction de la nature, de l'ampleur et du rythme de la variation du climat à laquelle le système considéré est exposé, de la sensibilité de ce système et de sa capacité d'adaptation. (GIEC, 2007a)

Zoonose

Maladie transmissible d'une espèce animale ou non humaine à l'homme. Le réservoir naturel d'une telle maladie est un animal non humain. (GIEC, 2001)

RÉFÉRENCES

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Maladies infectieuses,* 2003. Consulté le 4 juin 2007, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/id-mi/index_f.html

Agence de la santé publique du Canada (ASPC). *Santé de la population,* 2007. Consulté le 13 février 2008, à l'adresse http://www.phac-aspc.gc.ca/ph-sp/ddsp/determinants/index.html

American Meteorological Society (AMS). *Glossary* [Glossaire], 2000. Consulté le 25 octobre 2007, à l'adresse http://amsglossary.allenpress.com/glossary/browse?s=r&p=45

Arctic Climate Impact Assessment (ACIA). Changing Arctic: Indigenous perspectives [Évolution dans l'Arctique : perspectives autochtones], dans *Arctic Climate Impact Assessment (ACIA) scientific report* (p. 61 – 98), Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2005.

Atlas du Canada. *Communautés dépendantes des ressources, 2001,* 2006. Consulté le 11 février 2008, à l'adresse http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/economic/rdc2001/1/topictext_view

Cadre fédéral-provincial-territorial sur les mesures et interventions d'urgence. *Cadre de gestion canadien des mesures d'urgence : Lignes directrices sur l'élaboration des programmes,* rédigé pour la conférence des ministres FPT de la santé, réseau FPT sur les mesures et interventions d'urgence, 2004.

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Foodborne illness* [Maladies transmises par les aliments], 2005a. Consulté le 3 janvier 2008, à l'adresse http://www.cdc.gov/ncidod/dbmd/diseaseinfo/foodborneinfections_g.htm

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Infectious disease information* [Information sur les maladies infectieuses], 2005b. Consulté le 4 juin 2007, à l'adresse http://www.cdc.gov/ncidod/diseases/index.htm

Centers for Disease Control and Prevention (CDC). *Diseases from rodents* [Maladies transmises par les rongeurs], 2006. Consulté le 25 octobre 2007, à l'adresse http://www.cdc.gov/rodents/diseases/index.htm

Coggon, D., G. Rose et D.J.P. Barker. *Epidemiology for the uninitiated* [Notions élémentaires d'épidémiologie], 4e édition, British Medical Journal Publishing Group, 1997. Consulté le 3 janvier 2008, à l'adresse http://www.bmj.com/epidem/epid.html

Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME). *Standards pancanadiens relatifs aux particules (PM) et à l'ozone,* Québec, Conseil canadien des ministres de l'environnement (CCME), 2000.

Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC). *Methodologies and tools to Evaluate Climate Change Impacts and Adaptation* [Méthodes et outils disponibles pour évaluer les conséquences des changements climatiques et les options d'adaptation], s.d.. Consulté le 4 janvier 2008, à l'adresse http://unfccc.int/adaptation/methodologies_for/vulnerability_and_adaptation/items/2674.php

Croix-Rouge Canadienne, l'Armée du Salut et l'Ambulance Saint-Jean. *Projet du secteur bénévole portant sur le cadre d'action en cas de situations d'urgences sanitaire,* s.d.. Consulté le 13 février 2008, à l'adresse http://www.croixrouge.ca/article.asp?id=000361&tid=019

Environnement Canada. *Menaces pour les sources d'eau potable et les écosystèmes aquatiques au Canada,* 2001. Consulté le 4 janvier 2008, à l'adresse http://www.nwri.ca/threats/intro-f.html

Environnement Canada. *Fiche d'information – Le refroidissement éolien,* 2002a. Consulté le 4 juin 2007, à l'adresse http://www.msc-smc.ec.gc.ca/education/windchill/windchill_fact_sheet_aug_10_f.cfm?

Environnement Canada. Glossaire, *Introduction à la météorologie et aux sciences connexes,* 2002b. Consulté le 3 janvier 2008, à l'adresse http://www.msc-smc.ec.gc.ca/education/imres/glossary/glossary_f.html?

Environnement Canada. *Dangers atmosphériques : Les très grandes chaleurs,* 2006a. Consulté le 25 avril 2007, à l'adresse http://ontario.hazards.ca/maps/background/ExtremeHeat-f.html

Environnement Canada. Ozone troposphérique (O_3), *Branché sur l'air pur,* 2006b. Consulté le 3 janvier 2008, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/cleanair-airpur/default.asp?lang=Fr&n=590611CA-1

Environnement Canada. *Glossaire,* 2007. Consulté le 6 juin 2007, à l'adresse http://www.ec.gc.ca/default.asp?Lang=Fr&n=7EBE5C5A-1

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation & Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Bilan 2001 des changements climatiques : Conséquences, adaptation, et vulnérabilité. 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 (dir.), Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2001.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Summary for policymakers [Résumé à l'intention des décideurs], dans M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, et C.E. Hanson (dir.), *Climate change 2007: Impacts, adaptation and vulnerability, Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report* (pp. 7-22), Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2007a.

Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). *Climate change 2007: Climate change impacts, adaptation and vulnerability. Working Group II contribution to the Intergovernmental Panel on Climate Change Fourth Assessment Report* [Bilan 2007 des changements climatiques : conséquences, adaptation et vulnérabilité. Contribution du Groupe de travail II au quatrième rapport sur le changement climatique du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat], M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden, et C.E. Hanson (dir.), Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2007b.

Kovats, S., K.L. Ebi, et B. Menne. *Methods of assessing human health vulnerability and public health adaptation to climate change* [Méthodes d'évaluation de la vulnérabilité de la santé et de l'adaptation de la santé publique face aux changements climatiques], Organisation mondiale de la santé, organisation météorologique mondiale, programme des nations unies pour l'environnement, 2003. Consulté le 13 février 2008, à l'adresse www.euro.who.int/document/e81923.pdf

Kump, L.R., J.F. Kasting et R.G. Crane. *The earth system (2nd ed)* [Le système terre (2e édition)], Upper Saddle River, N. J., Pearson Prentice Hall, 2004.

Manitoba Infrastructure and Transportation. *Winter Roads in Manitoba* [Les routes d'hiver au Manitoba], s.d.. Consulté le 3 janvier 2008, à l'adresse http://www.gov.mb.ca/tgs/hwyinfo/winterroads/

McMichael, A.J., D.H. Campbell-Lendrum, C.F. Corvalan, K.L. Ebi, A. Githeko et coll. (dir.). *Changement climatique et santé humaine – Risques et mesures à prendre,* Genève, Organisation mondiale de la santé, 2003.

McMullen, K. et G. Schellenberg. *Job quality in non-profit organizations* [La qualité des emplois dans les organisations à but non lucratif], Canadian Policy Research Networks Research Series on Human Resources in the Non-profit Sector, No. 2, 2003. Consulté le 13 février 2008, à l'adresse www.cprn.org/documents/16694_en.pdf

Nahapiet, J. et S. Ghoshal. Social capital, intellectual capital, and the organizational advantage [Capital social, capital intellectuel et avantage organisationnel], *Academy of Management Review,* vol. 23, no 2, p. 242 – 266, 1998.

Nakicenovic, N., J. Alcamo, G. Davis, B. de Vries, J. Fenhann et coll. *Special report on emissions scenarios* [Rapport spécial – scénarios d'émission], rapport spécial du Groupe de travail III du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2000.

NARSTO. Glossaire, dans P. McMurry, M. Shepherd et J. Vickery (dir.), *Particulate Matter Assessment for Policy Makers: A NARSTO Assessment* [Évaluation des particules à l'intention des responsables de politiques : évaluation de NARSTO], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2004.

Organisation mondiale de la santé (OMS). *Changements climatiques et santé humaine – Risques et mesures à prendre,* 2003. Consulté le 30 mars 2006, à l'adresse http://www.who.int/globalchange/publications/cchhsummary/en/

Programme des Nations Unies pour le développement. *Adaptation policy frameworks for climate change: Developing strategies, policies and measures* [Cadres stratégiques d'adaptation : élaboration de stratégies, de politiques et de mesures], Cambridge, R.-U., Cambridge University Press, 2005.

Resilience Alliance. Glossary [Glossaire], 2007. Consulté le 25 octobre 2007, à l'adresse http://www.resalliance.org/608.php#D

Santé Canada. *Cadre décisionnel de Santé Canada pour la détermination, l'évaluation et la gestion des risques pour la santé,* Ottawa, 2000.

Santé Canada. *Stratégie de mise en oeuvre d'un cadre de gestion intégrée du risque à Santé Canada,* 2005. Consulté le 13 février 2008, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/ahc-asc/pubs/ris/irmf-cgir_f.html

Santé Canada. *Indice de la qualité de l'air fondé sur des critères liés à la santé,* 2006. Consulté le 13 février 2008, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/ewh-semt/air/out-ext/air_quality_f.html

Santé Canada. *Glossaire,* 2007. Consulté le 13 février 2008, à l'adresse http://www.hc-sc.gc.ca/sr-sr/biotech/about-apropos/gloss_f.html

Schneider, S. et J. Sarukhan. Overview of impacts, adaptation, and vulnerability to climate change [Aperçu des impacts, de l'adaptation et de la vulnérabilité aux changements climatiques], dans J.J. McCarty, O.F. Canziani, N.A. Leary, D.J. Dokken et K.S. White (dir.), *Impacts, adaptation and vulnerability* [Conséquences, adaptation et vulnérabilité], rapport du Groupe de travail II, Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 13 – 16 février 2002, Genève, Organisation météorologique mondiale (OMM)/Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), 2001.

Sécurité publique et Protection civile Canada. *À propos de l'atténuation des catastrophes,* 2007a. Consulté le 13 février 2008, à l'adresse http://www.securitepublique.gc.ca/prg/em/ndms/aboutsnac-fra.aspx

Sécurité publique et Protection civile Canada. *Protection des infrastructures essentielles,* 2007b. Consulté le 25 octobre 2007, à l'adresse http://www.sp-ps.gc.ca/prg/em/cip-fra.aspx

Sécurité publique et Protection civile Canada. *Un cadre de sécurité civile pour le Canada,* s.d.. Consulté le 13 février 2008, à l'adresse http://www.securitepublique.gc.ca/prg/em/emfrmwrk-fra.aspx

Smit, B. et J. Wandel. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability [Adaptation, capacité d'adaptation et vulnérabilité], *Global Environmental Change,* vol. 16, p. 282-292, 2006.

Statistique Canada. *Dictionnaire du recensement de 2006,* nº 2-566-XWF au catalogue, 2007. Consulté le 24 octobre 2007, à l'adresse http://www12.statcan.ca/francais/census06/reference/dictionary/index.cfm

U.S. Department of Health and Human Services (USDHHS). *Surge Capacity: Education and Training for a Qualified Workforce* [Capacité d'intensification : éducation et formation d'une main-d'œuvre qualifiée], s.d.. Consulté le 3 janvier 2008, à l'adresse www.dhs.ca.gov/smallpox/PDF/SurgeCapacityOA_Final.pdf