

Chapitre 1

Introduction



Jacinthe Séguin
Kaila-Lea Clarke



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





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 20^e 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 répliquabilité 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).





Chapitre 1

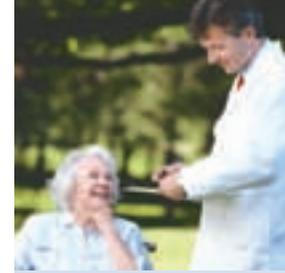
Le constat du dernier siècle est clair : la planète est en train de se réchauffer. L'augmentation totale des températures est d'environ 0,76 °C (de 1850 – 1899 à 2001 – 2005). Onze des douze dernières années (1995 – 2006) ont été les plus chaudes depuis l'enregistrement des données (GIEC, 2007c). De 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 poursuivront (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.

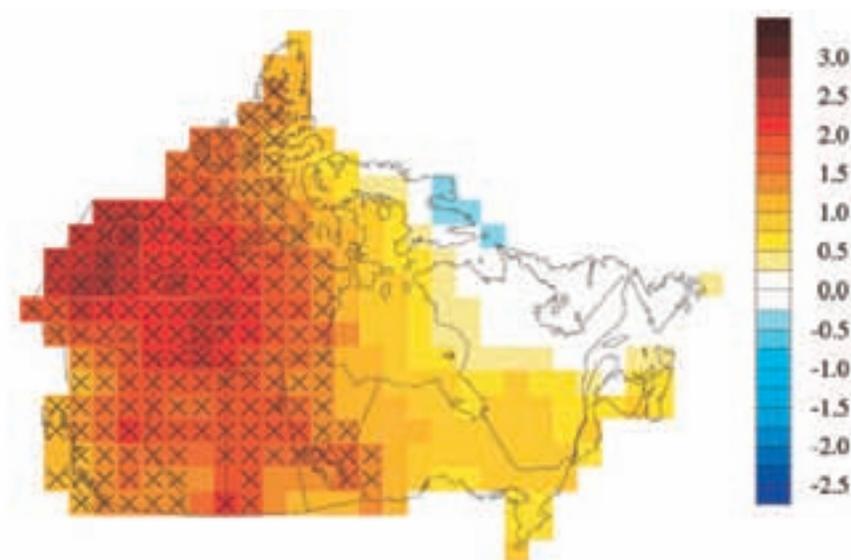
L'examen des enregistrements passés révèle que, depuis cinquante ans, la température moyenne au Canada s'est élevée de 1,2 °C. Les enregistrements peuvent fournir des indications de la direction des changements mais, étant donné la complexité du système climatique de la Terre, des analyses plus poussées 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 21^e 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.

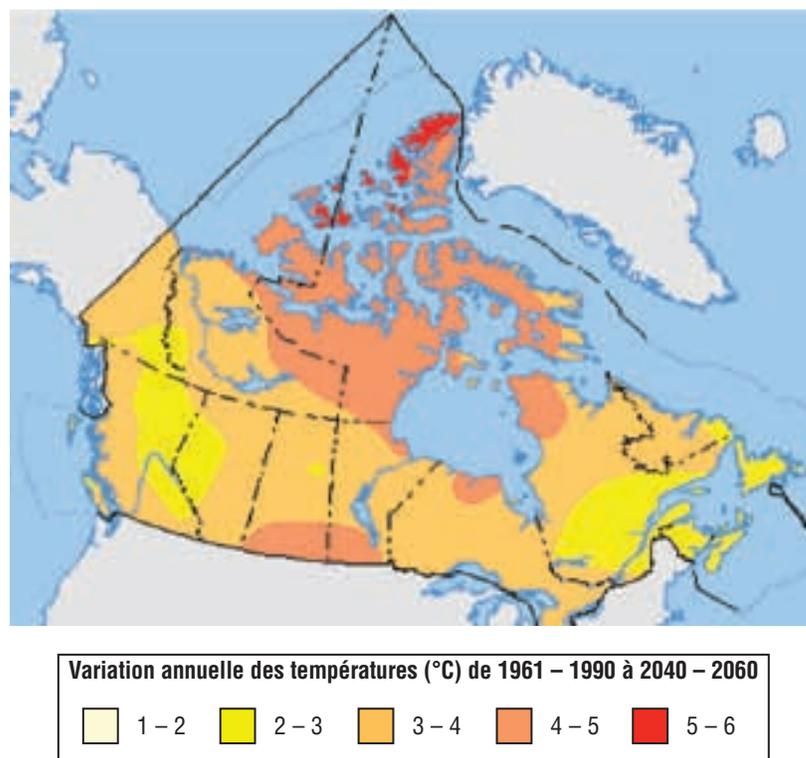
Figure 1.1 Distribution régionale des tendances linéaires des températures (°C) observées au Canada entre 1948 et 2003



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

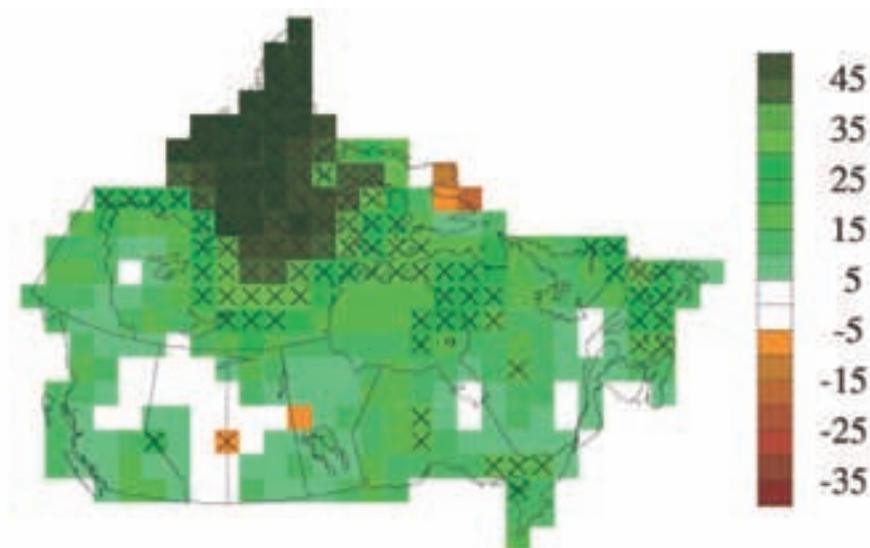


Figure 1.2 Scénario national des températures annuelles en 2050 : Simulation des changements projetés des températures moyennes annuelles au Canada pour la période de 1961 – 1990 à 2040 – 2060



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).

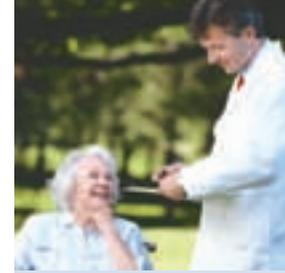
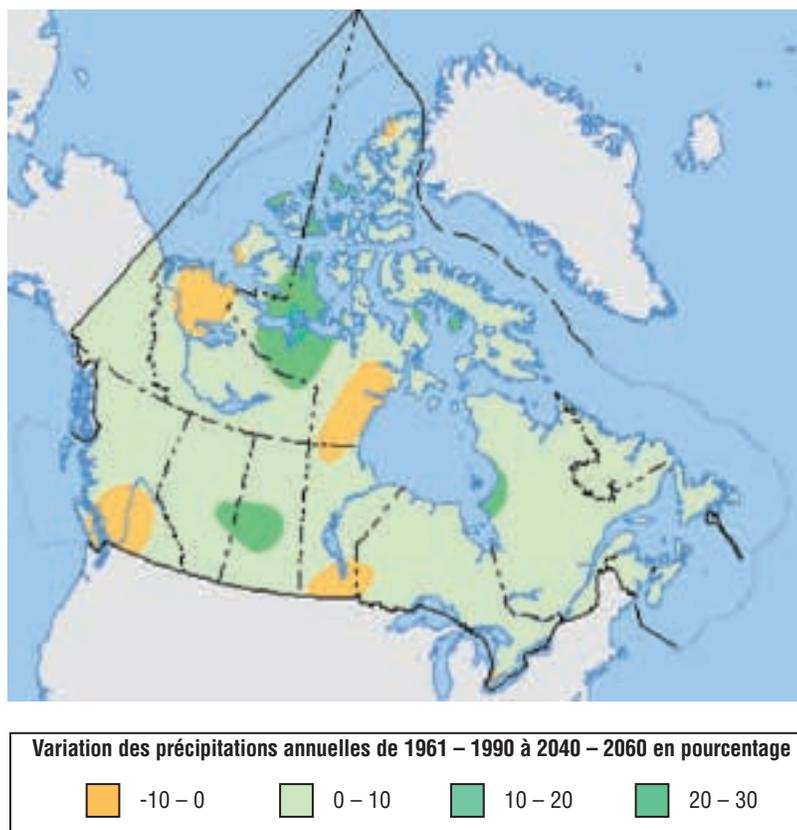


Figure 1.4 Scénario national des précipitations annuelles en 2050 : Simulation des changements projetés des températures moyennes annuelles au Canada pour la période de 1961 – 1990 à 2040 – 2060



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



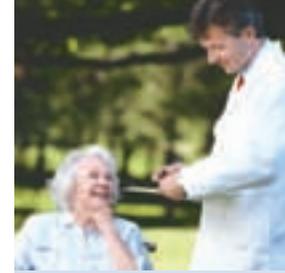
et en 2005 à Toronto, montrent que la variabilité du climat peut constituer un défi pour les infrastructures et les communautés à travers le pays et entraîner des changements irréversibles des écosystèmes. Un bon nombre de Canadiens ont également commencé à être touchés par des vagues de chaleur qui, 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

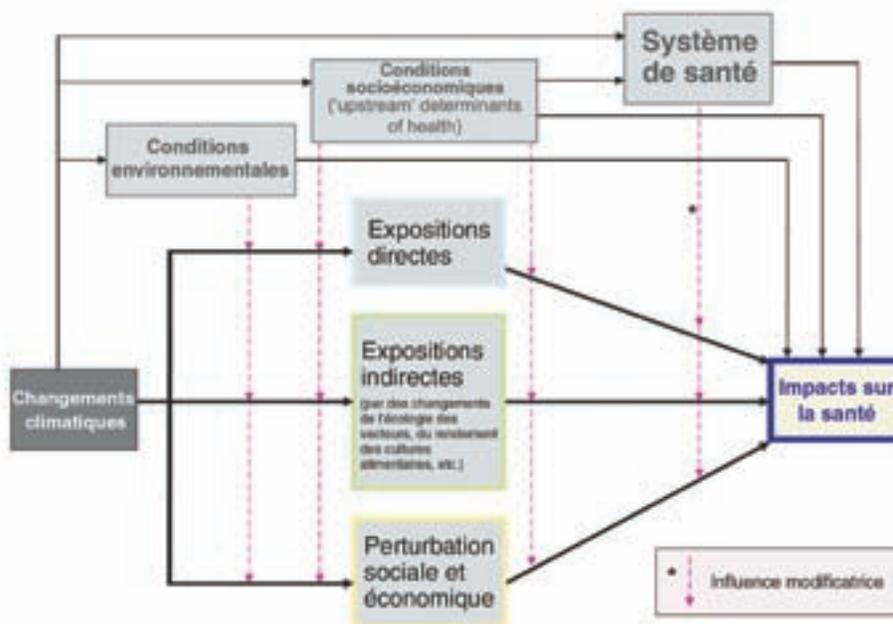
La notion de santé humaine a été définie de plusieurs façons, dont celle-ci : la santé est un état de bien-être physique, mental et social complet, et non seulement l'absence de maladie ou d'infirmité (OMS, 2006, p. 1). Cette notion est largement acceptée et a influencé le développement d'approches de 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).

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 influencer sur la santé humaine. Les conditions météorologiques, la variabilité du climat et d'autres changements environnementaux induits par le climat peuvent influencer 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 influencer 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).

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

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).



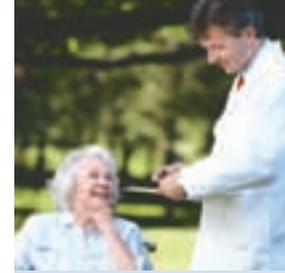
Exposition directe

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	<ul style="list-style-type: none"> • Augmentation de la fréquence et de la gravité des vagues de chaleur • Réchauffement général mais conditions plus froides possibles dans certaines régions 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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	<ul style="list-style-type: none"> • 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 	<ul style="list-style-type: none"> • 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 élevé de certains types de cancers • Décès prématurés

suite à la page suivante



Chapitre 1

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	<ul style="list-style-type: none"> 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) 	<ul style="list-style-type: none"> Éclosions de souches de microorganismes telles que <i>E. coli</i>, <i>Cryptosporidium</i>, <i>Giardia</i>, <i>S. typhi</i> (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	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de l'incidence de maladies infectieuses à transmission vectorielle indigènes au Canada (p. ex., encéphalites équine 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	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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).

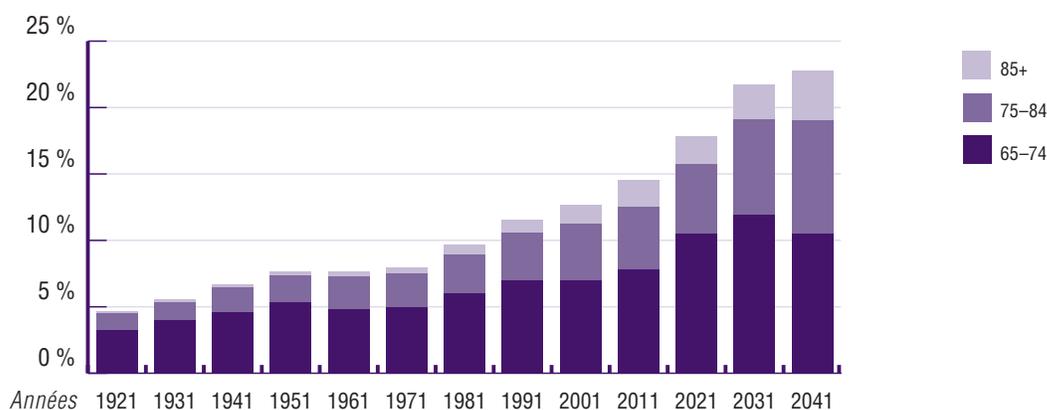


Le niveau élevé de santé de la population au Canada constitue une assise solide qui favorise la résistance à divers stress induits par les changements climatiques sur la santé et le bien-être des individus. Les populations en santé sont plus résistantes aux infections et aux maladies, elles se remettent 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 Canada² (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.



Chapitre 1

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).

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 développent 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).

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 touchés 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.

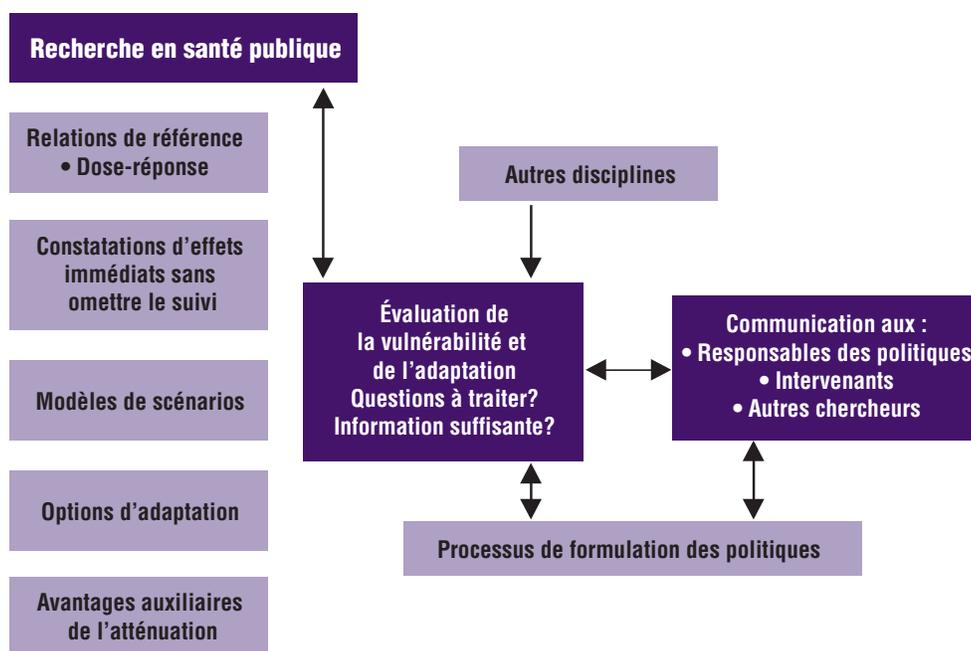
► 1.3.3 Étude des changements climatiques et de la santé : approches et défis

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



Chapitre 1

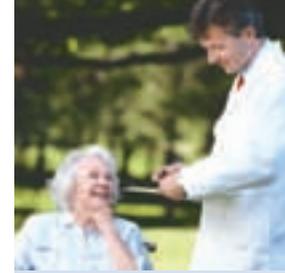
les cas où ces effets peuvent être facilement estimés. Or, il n'est pas facile de quantifier ou de modéliser tous les résultats sur le plan de la santé (p. ex., les effets des changements climatiques sur la nutrition dans le Nord du Canada ou les effets des phénomènes météorologiques extrêmes sur les 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.

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).

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).

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



Chapitre 1

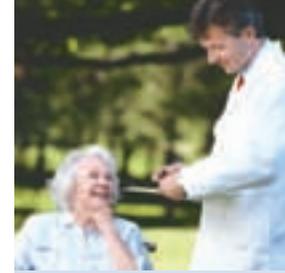
ont fourni des données sur la façon dont ces phénomènes peuvent affecter la santé à court et à long terme. Malgré le fait que nos connaissances actuelles ne sont pas exhaustives, on prévoit que des stratégies d'adaptation pour protéger la santé publique des répercussions des changements climatiques s'avèreront 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.



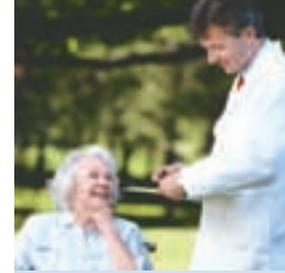
1.5 RÉFÉRENCES

- 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 [Écllosion de toxoplasmose associée à l'eau de robinet municipale], *The Lancet*, vol. 350, n° 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, n° 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'écllosion 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, n° 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, n° 1, p. 1-18, 2001.



Chapitre 1

- 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 aînés, 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, n° 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, n° 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.



Chapitre 1

- Rose, J.B., S. Daeschner, D.R. Easterling, F.C. Curriero, S. Lele et coll. Climate and waterborne disease outbreaks [Écllosion de maladies liées au climat et d'origine hydrique], *Journal of the American Water Works Association*, vol. 92, n° 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 [Écllosion de maladies infectieuses liées à l'eau de robinet au Canada, 1974 – 2001], *Revue canadienne de santé publique*, vol. 96, n° 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*, n° 11-001-X1F au catalogue, Ottawa, Statistique Canada, le 15 décembre 2005.
- Statistique Canada. Décès, *Le Quotidien*, n° 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 éclussions de maladies d'origine hydrique au Canada, 1975 – 2001], *International Journal of Environmental Health Research*, vol. 16, n° 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 20^e siècle], *Atmosphere-Ocean*, vol. 38, n° 3, p. 395-429, 2000.