

Chapitre 2

Méthodes d'évaluation



Peter Berry
Kaila-Lea Clarke
Colin L. Soskolne





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



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.



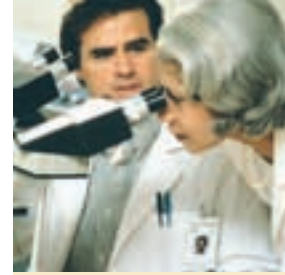
Le concept de vulnérabilité est très vaste; le Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) définit la vulnérabilité comme étant la mesure dans laquelle les individus et les systèmes seront affectés ou ne pourront faire face aux effets néfastes des changements climatiques, y 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 scénarios³. 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

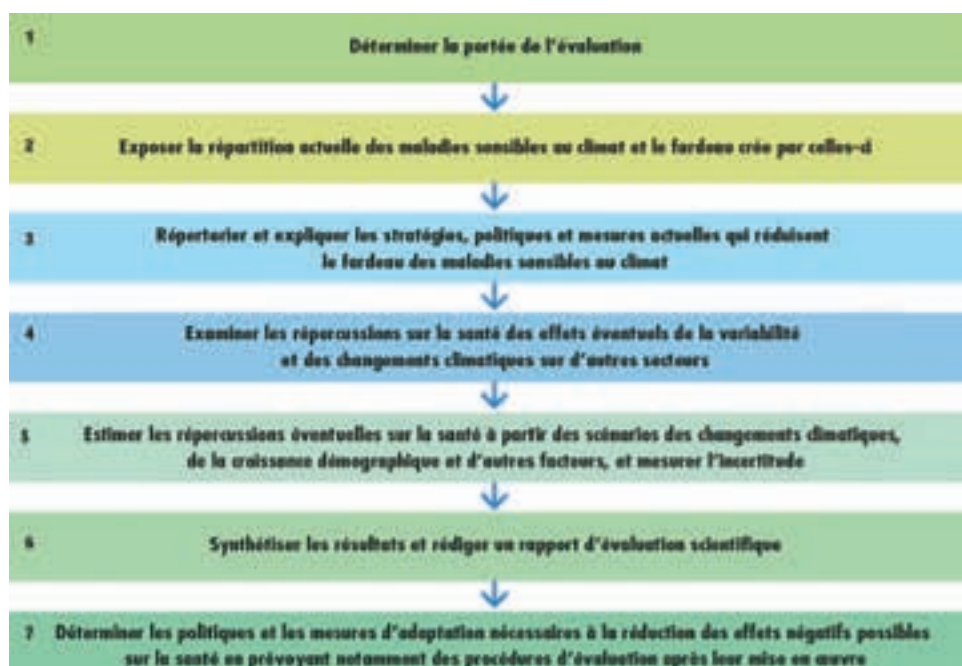


climatiques et de la vulnérabilité de la santé. Selon eux, le document *Methods of Assessing Human Health Vulnerability and Public Health Adaptation to Climate Change* (Kovats et coll., 2003b) (présenté plus loin dans le texte) est le document d'orientation le plus important pour l'évaluation de l'adaptation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

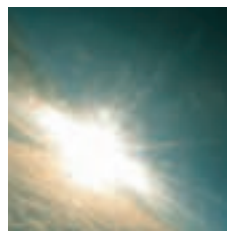
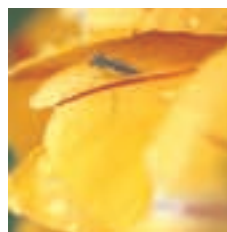
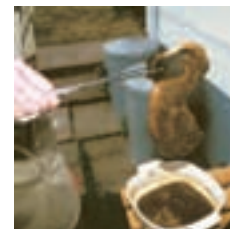
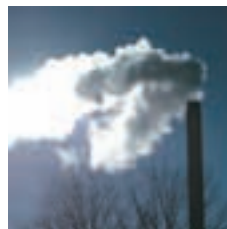
► 2.3.1 Approche retenue pour l'Évaluation

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 risque⁴. 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 dégagant 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).

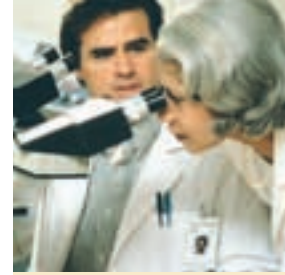
Détermination de la structure et de la portée de l'évaluation

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.



Chapitre 2

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.

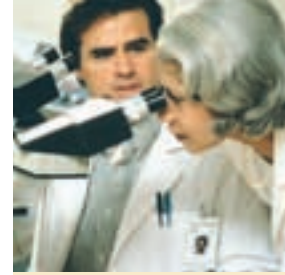
Données, méthodes et outils utilisés pour l'étude Santé et changements climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada

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 : 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.

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'évaluation⁵

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 influencer 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

Chapitre 2

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.



Chapitre 2

Méthode ou outil	Application à l'évaluation	Forces de l'application	Limites d'application
Revue de la littérature	<p>Utilisée dans tous les chapitres de l'évaluation.</p> <p>On a mis l'accent sur les nouvelles études et observations diffusées depuis <i>l'Étude pancanadienne sur les impacts et l'adaptation</i> (Maxwell et coll., 1997).</p> <p>On a englobé la littérature grise et des rapports stratégiques dans certains chapitres, particulièrement les chapitres 7 et 8.</p> <p>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.</p>	<p>On a obtenu des analyses quantitatives et qualitatives.</p> <p>On a accédé à des données à long terme au moyen de bases de données électroniques (p. ex., Medline, Webscience).</p> <p>Pour l'analyse, on a utilisé de l'information descriptive qui ne se trouve pas dans les bases de données habituelles.</p>	<p>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).</p> <p>Les travaux de recherche sur les changements climatiques, les mesures d'adaptation en santé et l'efficacité de ces mesures sont particulièrement rares.</p>
Consultation auprès des intervenants	<p>Un comité directeur multilatéral a supervisé l'évaluation.</p> <p>On a tenu des ateliers d'experts pour étayer les chapitres 3, 4 et 8.</p> <p>Un comité consultatif a supervisé les activités pour le chapitre 6.</p> <p>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.</p>	<p>Les consultations ont renforcé la mobilisation et la sensibilisation en regard des enjeux.</p> <p>Elles ont permis d'harmoniser les résultats des évaluations avec les besoins des collectivités.</p> <p>On a mis à contribution une grande variété de scientifiques, d'experts et de spécialistes pour augmenter la fiabilité des résultats.</p> <p>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.</p>	<p>Il n'a pas été possible de consulter tous les intervenants pertinents en matière de changements climatiques et de problèmes de santé au Canada.</p> <p>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).</p>

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.



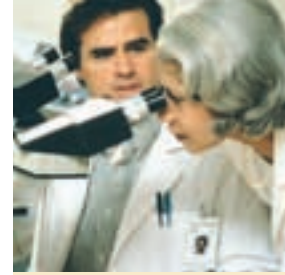
Chapitre 2

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, n° 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 n° 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>



Chapitre 2

- 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.