



Proposition d'indicateurs aux fins de vigie et de surveillance des troubles de la santé liés aux précipitations hivernales et aux avalanches

Proposition d'indicateurs aux fins de vigie et de surveillance des troubles de la santé liés aux précipitations hivernales et aux avalanches

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

Juillet 2010

AUTEURS

Fassiatou O. Tairou, agente de recherche
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie
Institut national de santé publique du Québec

Ray Bustinza, agent de recherche
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie
Institut national de santé publique du Québec

Diane Bélanger, chercheuse
Centre de recherche
Centre hospitalier universitaire de Québec

Pierre Gosselin, médecin-conseil
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie
Institut national de santé publique du Québec

MISE EN PAGES

Nicole Dubé
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie
Institut national de santé publique du Québec

REMERCIEMENTS

Nous remercions monsieur Pierre L. Auger, médecin-conseil à la Direction de la santé environnementale et de la toxicologie de l'Institut national de santé publique du Québec, d'avoir pris le temps de réviser ce document et de nous avoir transmis de précieux commentaires.

Cette étude est financée par le Fonds vert dans le cadre de l'Action 21 du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques du gouvernement du Québec.

Ce document est disponible intégralement en format électronique (PDF) sur le site Web de l'Institut national de santé publique du Québec au : <http://www.inspq.qc.ca>.

Les reproductions à des fins d'étude privée ou de recherche sont autorisées en vertu de l'article 29 de la Loi sur le droit d'auteur. Toute autre utilisation doit faire l'objet d'une autorisation du gouvernement du Québec qui détient les droits exclusifs de propriété intellectuelle sur ce document. Cette autorisation peut être obtenue en formulant une demande au guichet central du Service de la gestion des droits d'auteur des Publications du Québec à l'aide d'un formulaire en ligne accessible à l'adresse suivante : <http://www.droitauteur.gouv.qc.ca/autorisation.php>, ou en écrivant un courriel à : droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca.

Les données contenues dans le document peuvent être citées, à condition d'en mentionner la source.

DÉPÔT LÉGAL – 4^e TRIMESTRE 2010
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA
ISBN : 978-2-550-60098-5 (VERSION IMPRIMÉE)
ISBN : 978-2-550-60099-2 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2010)

AVANT-PROPOS

Le Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques du gouvernement du Québec intitulé *Le Québec et les changements climatiques, un défi pour l'avenir*, met à contribution plusieurs ministères et organismes québécois. Le Fonds vert, constitué par une redevance sur les carburants et les combustibles fossiles, assure majoritairement le financement de 26 actions s'articulant autour de deux grands objectifs : la réduction ou l'évitement des émissions de gaz à effet de serre et l'adaptation aux changements climatiques.

Le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) est responsable du volet santé de l'Action 21 visant l'instauration des mécanismes qui serviront à prévenir et à atténuer les impacts des changements climatiques sur la santé. Il s'est ainsi engagé, d'ici 2013, à œuvrer dans six champs d'action liés à l'adaptation du Québec aux changements climatiques, comptant chacun plusieurs projets de recherche ou d'intervention, soit :

- La mise sur pied d'un système intégré de veille-avertissement en temps réel de vagues de chaleur et de surveillance des problèmes de santé associés pour toutes les régions du Québec susceptibles d'en être affectées;
- L'adaptation du système de surveillance des maladies infectieuses afin de détecter rapidement les agents pathogènes, les vecteurs et les maladies, dont le développement est favorisé par le climat;
- La mise sur pied d'un système de surveillance des problèmes de santé physique et psychosociale liés aux aléas hydrométéorologiques (tempêtes hivernales et estivales, orages et pluies torrentielles, tornades, incendies de forêt, inondations, etc.) ou géologiques (comme les glissements de terrain, l'érosion côtière);
- Le soutien de l'adaptation du réseau de la santé aux aléas hydrométéorologiques ou géologiques, sur les plans clinique, social et matériel, afin de protéger les populations les plus vulnérables;
- Le soutien de l'aménagement préventif des lieux et des espaces habités pour atténuer l'impact des changements climatiques sur la santé des populations vulnérables;
- L'amélioration de la formation et la diffusion des connaissances sur les problèmes de santé liés aux changements climatiques et les solutions possibles.

Le MSSS a confié à l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), en novembre 2007, le mandat de gestion du volet santé de l'Action 21, y compris la coordination de l'ensemble des projets indiqués ci-dessus, le soutien professionnel au MSSS et les relations avec les partenaires.

Le présent rapport s'insère dans les travaux visés dans le troisième axe du volet santé de l'Action 21, soit la mise en place d'un système de veille-avertissement des aléas hydrométéorologiques ou géologiques en lien avec les événements météorologiques extrêmes et de surveillance santé en temps réel dans le but de soutenir les fonctions de vigie et de surveillance du MSSS et des directeurs régionaux de santé publique.

TABLE DES MATIÈRES

LISTE DES TABLEAUX	V
LISTE DES FIGURES.....	V
INTRODUCTION.....	1
PREMIÈRE PARTIE	3
1 DÉFINITION D'UN ALÉA	3
2 RELATION ENTRE LES ALÉAS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES OU GÉOLOGIQUES ET LA SANTÉ HUMAINE : MODÈLE RETENU.....	5
3 MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR LA REVUE DE LA LITTÉRATURE	9
4 SURVEILLANCE DU TEMPS VIOLENT AU CANADA	11
4.1 Production de prévisions météorologiques et d'avertissements de temps violent.....	11
4.2 Base de données canadienne sur les désastres	12
4.3 Atlas du Canada	14
DEUXIÈME PARTIE : PRÉCIPITATIONS HIVERNALES ET AVALANCHES	15
1 PRÉCISIONS MÉTHODOLOGIQUES.....	17
1.1 Définitions des effets et indicateurs sanitaires.....	17
1.2 Recensement des publications	17
1.3 Sources de données utilisées dans les publications retenues.....	18
2 PRÉCIPITATIONS HIVERNALES	21
2.1 Généralités.....	21
2.2 Conséquences sanitaires.....	22
3 AVALANCHES	61
3.1 Généralités.....	61
3.2 Conséquences sanitaires.....	62
CONCLUSION	77
RÉFÉRENCES.....	79

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Mots clés utilisés pour le recensement des publications selon la source	18
Tableau 2	Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes.....	26
Tableau 3	Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas	41
Tableau 4	Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches	66
Tableau 5	Indicateurs proposés aux fins de vigie et de surveillance des conséquences sanitaires des précipitations hivernales (verglas, neige, blizzard) et des avalanches.....	78

LISTE DES FIGURES

Figure 1	Relation entre les aléas hydrométéorologiques ou géologiques et la santé humaine	5
----------	--	---

INTRODUCTION

Il est largement admis et reconnu de plus en plus au sein de la communauté scientifique mondiale que les changements climatiques sont un fait (voir l'encadré) et qu'il a des répercussions sur la santé humaine (OMS, 2009a). Afin de faire face à ces risques sanitaires, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) recommande de renforcer les systèmes de santé. Pour ce faire, l'OMS propose, entre autres, de développer des moyens d'évaluation et de surveillance de la vulnérabilité, des risques pour la santé et des conséquences qu'entraînent les changements climatiques. Ces conséquences incluent les situations d'urgence résultant de l'élévation du niveau de la mer et d'aléas hydrométéorologiques (dont les tornades, les pluies diluviennes, les vagues de chaleur ou de froid intense) ou géologiques (comme les glissements de terrain et l'érosion côtière).

Les répercussions des catastrophes naturelles se sont multipliées de manière considérable à travers le monde. De fait, le nombre de catastrophes naturelles recensées est passé de 10 par année de 1900 à 1940, à 65 par année dans les années 1960, à 280 par année dans les années 1980 et à 470 par année depuis 2000 (Base de données internationale sur les catastrophes, 2007, dans Berry et collab., 2008).

La fréquence et la vulnérabilité croissante des systèmes humains expliquent en bonne partie cette hausse observée. L'amélioration des systèmes visant la déclaration des catastrophes naturelles y a également contribué (Berry et collab., 2008).

L'Institut national de santé publique du Québec développe actuellement une plate-forme technologique pour la vigie et la surveillance applicable aux changements climatiques, et notamment aux événements météorologiques extrêmes. Ce système, prévu pour les régions et le MSSS, sera accessible centralement dans chacune des régions sociosanitaires du Québec. Il inclura la veille-avertissement (vigie) d'aléas hydrométéorologiques ou géologiques et la surveillance en temps réel et différé de leurs impacts sur la santé et ses déterminants¹. Ces travaux s'inscrivent au sein du volet santé du Plan d'action 2006-2012 sur les changements climatiques (PACC) du gouvernement du Québec (axe 2).

Dans ce contexte, une série de rapports est produite par l'INSPQ afin de proposer un ensemble d'effets et d'indicateurs sanitaires à intégrer aux systèmes de vigie et de surveillance, tout en traçant un tableau rapide des initiatives déjà mises en place dans ce secteur d'activités au Canada.

Chacun de ces rapports se compose de deux parties distinctes.

La première partie, d'ordre général et commune à tous les rapports, présente succinctement la définition d'un aléa, le modèle retenu pour illustrer la relation entre les aléas hydrométéorologiques ou géologiques et la santé humaine, puis la méthodologie utilisée pour la revue de la littérature. Elle rapporte aussi quelques renseignements relatifs à la surveillance du temps violent au Canada.

¹ Selon la Loi sur la santé publique, surveiller l'état de santé de la population et ses déterminants signifie notamment : de dresser un portrait global de l'état de santé de la population, d'observer les tendances et les variations temporelles et spatiales, de détecter les problèmes en émergence, de développer des scénarios prospectifs, de déterminer les problèmes de santé prioritaires, et de suivre l'évolution au sein de la population de certains problèmes de santé et de leurs déterminants (Éditeur officiel du Québec, 2009).

Quant à la deuxième partie, elle porte spécifiquement sur un groupe d'aléas. On y retrouve essentiellement :

- quelques précisions méthodologiques en rapport avec les publications retenues;
- quelques généralités relatives au groupe d'aléas étudiés;
- les principaux résultats des conséquences sanitaires associées au groupe d'aléas étudiés et les points saillants qui découlent de ces résultats;
- une conclusion visant principalement à présenter une liste d'effets et d'indicateurs sanitaires à inclure aux systèmes de veille (vigie) et de surveillance des problèmes de santé liés au groupe d'aléas étudiés.

Dans le présent rapport, cette deuxième partie a comme objet les « précipitations hivernales et les avalanches de neige ».

PREMIÈRE PARTIE

1 DÉFINITION D'UN ALÉA

Le terme « aléa » s'impose de plus en plus dans la francophonie pour exprimer la notion de *hazard* utilisée en anglais (Morin, 2008).

Un aléa constitue un phénomène, une manifestation physique ou une activité humaine susceptible d'occasionner des pertes de vies humaines ou des blessures, des dommages aux biens, des perturbations sociales et économiques ou une dégradation de l'environnement (Morin, 2008). Cette définition a été adaptée par les autorités de la sécurité publique du Québec, à partir de la définition retenue par la Stratégie internationale des Nations Unies pour la prévention des catastrophes.

Comme rapporté dans les concepts de base de la sécurité civile (Morin, 2008), les aléas présentent des caractéristiques variées. L'intensité², la probabilité d'occurrence³ ou la récurrence⁴, la localisation spatiale et l'étendue possible de ses effets⁵ y sont identifiées comme étant les caractéristiques le plus souvent utilisées pour estimer l'importance de l'aléa. Elles y sont également qualifiées de déterminantes dans l'établissement du niveau de risque.

Selon la typologie des aléas, présentée à titre indicatif par la sécurité publique du Québec, les aléas naturels sont constitués d'aléas hydrométéorologiques, d'aléas géologiques et d'aléas biologiques (p. ex. : épidémie, pandémie) (Morin, 2008). Toutefois, dans le cadre du PACC, seuls les aléas hydrométéorologiques ou géologiques amplifiés par les changements climatiques⁶ font l'objet de rapports.

Les aléas hydrométéorologiques incluent divers aléas comme les ouragans, les tornades et autres vents violents, les incendies de forêt, les tempêtes de neige, le verglas, les vagues de froid intense, les vagues de chaleur, les pluies diluviennes, la grêle, les inondations, la sécheresse, la foudre et les avalanches, alors que les aléas géologiques recoupent surtout des mouvements de terrain, dont les glissements et l'érosion.

² Par exemple, la force d'une tornade.

³ Par exemple, la probabilité de la survenue d'une inondation comparativement à celle d'une tornade.

⁴ Par exemple, la récurrence élevée pour une inondation dont la période de retour de débits des crues est inférieure à 20 ans.

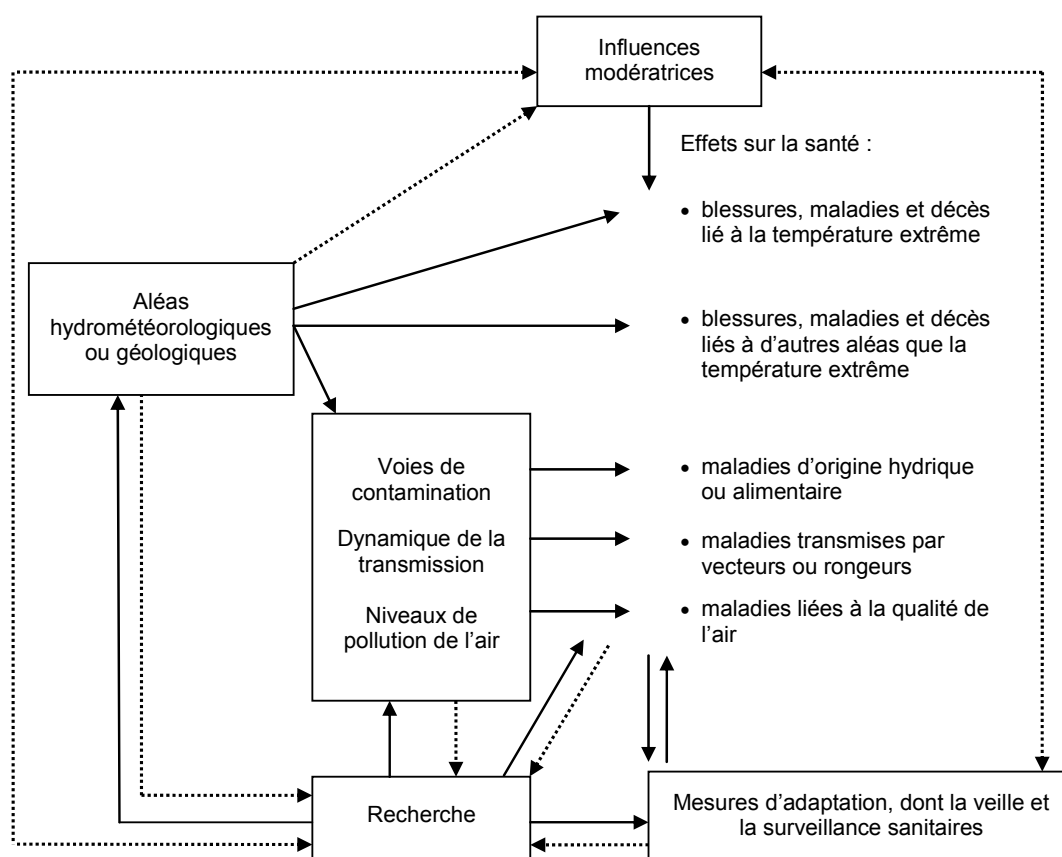
⁵ Par exemple, le verglas de 1998 relativement à un verglas de moindre envergure.

⁶ Comme synonymes d'aléa hydrométéorologique ou géologique, le présent document référera aux termes « événement météorologique extrême » et « phénomène météorologique extrême ».

2 RELATION ENTRE LES ALÉAS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES OU GÉOLOGIQUES ET LA SANTÉ HUMAINE : MODÈLE RETENU

Afin d'illustrer la relation entre les aléas hydrométéorologiques ou géologiques et la santé humaine, nous avons retenu le modèle des effets sanitaires potentiels de la variabilité et des changements climatiques de Patz et collaborateurs (Patz et collab., 2000).

Ce modèle inclut sept composantes, soit le changement de climat, les changements régionaux de température, les effets sanitaires directs, les effets sanitaires indirects, les influences modératrices, les mesures d'adaptation et la recherche. Afin d'alléger la présentation du modèle (figure 1), nous avons choisi de regrouper les changements de climat et de température sous une même étiquette, soit « les aléas hydrométéorologiques ou géologiques ». Les indicateurs caractérisant l'exposition à un aléa, comme sa gravité et le moment de sa survenue, y sont implicites.



Légende

Ligne pleine : relation proposée par Patz et collaborateurs

Ligne pointillée : relation suggérée par Bélanger et collaborateurs

Figure 1 Relation entre les aléas hydrométéorologiques ou géologiques et la santé humaine

Source : Patz et collaborateurs, 2000 (Adaptation du modèle).

Comme illustré à la figure 1, Patz et ses collaborateurs (2000) distinguent les effets sanitaires directs des effets sanitaires indirects. Les effets directs sont causés par l'aléa (les températures extrêmes et autres aléas hydrométéorologiques ou géologiques), alors que les effets indirects sont ou bien liés à la sensibilité individuelle (comme la morbidité préexistante), ou bien occasionnés par des conditions malsaines (telle la pollution de l'air) ou insalubres (dont la contamination de l'eau) (Centers for Disease Control and Prevention (CDC), 2006). En outre, les effets directs ne surviennent que durant la phase d'impact, alors que les effets indirects peuvent apparaître avant (par exemple, lors de l'évacuation), pendant ou après l'impact (par exemple, lors du nettoyage) (CDC, 2006). À titre d'exemple, les blessures engendrées par les débris en suspension durant une tornade réfèrent à des effets sanitaires directs, tout comme le décès dû à une hypothermie lors d'une vague de froid intense. Par contre, une intoxication au monoxyde de carbone durant une tempête de verglas ayant provoqué une panne d'électricité, ou une crise cardiaque durant une tempête de neige au cours de laquelle on a dû pelleter intensivement, est considérée comme un effet indirect.

Selon Patz et collaborateurs (2000), les influences modératrices incluent divers facteurs non climatiques d'ordre populationnel (dont l'urbanisation et les infrastructures publiques du système de santé) et d'ordre individuel (comme l'âge, la pauvreté et l'état de santé) pouvant moduler la relation entre le climat et la santé. Contrairement au modèle original, nous suggérons toutefois un lien entre ces influences et les aléas, d'où l'ajout d'une ligne pointillée entre ces deux composantes (figure 1). Divers exemples issus de la littérature sur les changements climatiques et la santé humaine ont orienté notre choix en ce sens, comme l'excès de mortalité hivernale de 1986 à 1996 en Angleterre attribué notamment à l'absence de chauffage central et au prix élevé du chauffage (Wilkinson et collab., 2001). Le nombre important de décès (directs) dus aux tornades dans certaines régions situées au sud des États-Unis, où l'on observe une grande concentration de maisons mobiles et de gens pauvres (Ashley, 2007), en est un autre exemple.

Pour Patz et collaborateurs (2000), les mesures d'adaptation incluent diverses actions visant à réduire les risques d'effets néfastes sur la santé. Les auteurs rapportent entre autres la surveillance sanitaire, le monitoring, l'utilisation de technologies protectrices (comme la filtration et le traitement de l'eau), l'usage des prédictions climatiques et le développement de systèmes d'alerte météorologique, de même que les programmes de préparation aux désastres, d'organisation des urgences, puis l'éducation auprès de la population. Selon Patz et collaborateurs, les mesures d'adaptation influencent seulement les effets sanitaires et vice-versa. À notre avis, il serait cependant souhaitable d'insérer un lien similaire entre les mesures d'adaptation et les influences modératrices (figure 1). Diverses observations issues de la littérature sur les changements climatiques et la santé humaine soutiennent notre option. À titre d'exemple, les personnes défavorisées économiquement ne disposent pas toujours des ressources matérielles nécessaires à leur adaptation au froid, comme d'un logement bien isolé (Bélanger et collab., 2006). Certaines d'entre elles se servent donc de chaufferettes électriques portatives comme chauffage d'appoint. Or, toutes ces chaufferettes ne sont pas efficaces à 100 % pour convertir en chaleur l'énergie qu'elles consomment (Manitoba Hydro éconergique, 2007). D'autres chaufferettes, moins dispendieuses à l'achat, peuvent même être très énergivores (Mallet, 2009) et conséquemment s'avérer très

coûteuses à utiliser. Les coûts occasionnés par l'usage efficient de certains climatiseurs amovibles en sont un autre exemple, mis en évidence lors de la vague de chaleur à Chicago en 1995 au cours de laquelle la fourniture électrique a été coupée pour certaines personnes, en raison du non-paiement de factures (Dixsaut, 2005).

Terminons avec la dernière composante de Patz et collaborateurs (2000) : la recherche. Selon leur modèle, la recherche peut influencer sur toutes les composantes, à l'exception des influences modératrices. Pour notre part, nous préférons relier ces deux composantes également (figure 1). De fait, plusieurs enseignements tirés de la canicule européenne 2003 nous invitent à aller en ce sens. À titre d'exemple, la mise en évidence par la recherche que la chaleur ajoute un stress à des organismes déjà stressés par des états morbides préexistants (telles les maladies cardiovasculaires) et peut ainsi précipiter les personnes atteintes de ces pathologies vers le décès (OMS, 2009b). Des observations dont la connaissance a contribué à regrouper certains de ces états morbides sous les influences modératrices. Voilà pourquoi nous suggérons un va-et-vient entre la recherche et les autres composantes du modèle (d'où l'ajout de flèches pointillées pointant vers la recherche), contrairement au modèle de Patz et collaborateurs (figure 1).

3 MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR LA REVUE DE LA LITTÉRATURE

Une stratégie de recherche systématique a été mise au point dans le but de repérer les publications portant sur la relation entre les aléas hydrométéorologiques ou géologiques et leurs conséquences sur la santé humaine.

Pour atteindre notre objectif, le recensement des articles scientifiques a été réalisé à l'aide des bases de données MEDLINE, Pilots, PsycINFO et Web of Science. Pour la littérature grise, nous avons consulté les sites Internet des organismes connexes, comme l'Organisation mondiale de la Santé et l'agence américaine Environmental Protection Agency, à l'aide de moteurs de recherche du genre Google MC. Les bibliographies des publications sélectionnées ont également été dépouillées manuellement.

L'identification des termes de recherche – les Mesh® ou *Medical Subject Headings* – a d'abord été effectuée à l'aide du thésaurus de vocabulaire normatif et hiérarchique utilisé par la National Library of Medicine (National Library of Medicine, 2008), bibliothèque qui héberge PubMed. Cette démarche a ensuite été adaptée selon le profil de la source d'information.

Les mots-clés ayant servi aux fins de la recherche documentaire ont varié selon l'objet étudié. Selon l'usage courant, tous ces mots étaient en anglais, indépendamment de la langue utilisée pour la publication. Ils sont listés par groupe d'aléas et banque de données, dans la deuxième partie du rapport.

Pour être retenue dans le cadre de la présente revue de la littérature, une publication devait satisfaire des critères de sélection. Plus précisément, elle devait :

- avoir été menée auprès de populations exposées à un aléa hydrométéorologique ou géologique (outre les vagues de chaleur, lesquelles font déjà l'objet d'un rapport⁷);
- avoir documenté des effets sanitaires parmi les suivants : les décès, les blessures, les maladies physiques, les problèmes psychosociaux⁸;
- avoir été publiée en 1995 ou après, en français, en anglais ou en espagnol.

Enfin, les publications retenues sont présentées pour groupe d'aléas, sous forme tabulaire. Pour chaque publication, on y retrouve :

- la référence complète;
- l'aléa hydrométéorologique ou géologique concerné (comme les ouragans survenus aux États-Unis de 2004 à 2005);
- la population touchée (p. ex. : la population de la Floride);
- des renseignements d'ordre méthodologique;
- les principaux résultats de la recherche;

⁷ Tairou, F., Bélanger, D., Gosselin, P. (2010). Proposition d'indicateurs aux fins de vigie et de surveillance des troubles de la santé liés aux vagues de chaleur. Accessible sur le site de l'INSPQ.

⁸ Les problèmes psychosociaux seront traités dans un rapport distinct et signé par un expert rattaché à ce secteur d'activités.

- des éléments de discussion rapportés par les auteurs de l'étude et pertinents pour l'atteinte de nos objectifs.

Les renseignements d'ordre méthodologique réfèrent au type d'étude et à la source des données.

Le type d'étude est descriptif ou à visée étiologique. Comme défini par Bernard et Lapointe (1987), l'étude descriptive vise à expliquer un problème de santé dans une population ou un groupe d'individus et en établit la fréquence selon certaines variables de personnes, de lieux et de temps. En santé publique, ce type d'étude permet de mesurer l'importance d'un problème de santé, d'en tracer le profil suivant des variables choisies et conséquemment d'identifier des groupes à risque.

Quant à l'étude à visée étiologique, elle cherche à déterminer le rôle que peuvent jouer un ou des facteurs dans l'étiologie d'une ou plusieurs maladies. Dans sa forme la plus simple, ce type d'étude génère des mesures d'association entre un facteur d'exposition et une maladie (Bernard et Lapointe, 1987).

4 SURVEILLANCE DU TEMPS VIOLENT AU CANADA

Trois points relatifs à la surveillance du temps violent au Canada sont couverts dans les paragraphes suivants. Le premier point touche le processus de la production de prévisions météorologiques et d'avertissements de temps violent au Canada. Le deuxième point concerne la Base de données canadienne sur les désastres, alors que le troisième porte sur l'Atlas du Canada.

4.1 PRODUCTION DE PRÉVISIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET D'AVERTISSEMENTS DE TEMPS VIOLENT

Au Canada, la principale source d'information météorologique est Environnement Canada (Bureau du vérificateur général du Canada, 2008). La prestation des services météorologiques est toutefois assurée non pas par une seule unité au sein de ce ministère, mais par divers intervenants ministériels, dont les activités sont supervisées par le Conseil des services météorologiques et environnementaux constitué de hauts fonctionnaires (Bureau du vérificateur général du Canada, 2008). Parmi ces activités, donnons l'exemple de la mise sur pied du Centre canadien de prévision d'ouragan à Halifax (Nouvelle-Écosse), en 1985, par le Service météorologique du Canada (Berry et collab., 2008).

Afin d'évaluer l'état actuel de l'atmosphère et d'en prévoir l'état futur, d'élaborer des prévisions et des avertissements puis de les communiquer à la population du Canada, le processus de production de prévisions météorologiques et d'avertissements de temps violent fait intervenir la collecte de données météorologiques et l'utilisation de données mondiales dans des modèles informatiques de simulation numérique (Bureau du vérificateur général du Canada, 2008). Les avertissements de temps violent reposent aussi sur la participation directe des météorologistes et sur l'utilisation de données météorologiques en temps réel. Ainsi, plus de 10 000 avertissements de temps violent sont émis chaque année à l'échelle du pays, selon les chiffres d'Environnement Canada (Bureau du vérificateur général du Canada, 2008).

En 2008, la gestion des avertissements de temps violent a été examinée par le Bureau du vérificateur général du Canada (2008). Diverses constatations et recommandations (toutes acceptées par Environnement Canada) ont ainsi été émises par le Commissaire à l'environnement et au développement durable, puis rapportées à la Chambre des communes. Tirés textuellement du rapport du commissaire (Bureau du vérificateur général du Canada, 2008, pages 2 et 3), les points saillants suivants témoignent de l'importance de ces constatations et recommandations pour la santé publique.

Bien qu'il y ait eu certaines vérifications ponctuelles dans la plupart des régions, Environnement Canada ne s'est pas doté d'un programme ou d'un système national pour vérifier l'exactitude ou l'efficacité de ses avertissements de temps violent ou déterminer s'ils sont diffusés en temps voulu. Ce genre d'information permettrait au Ministère d'évaluer la qualité de ses services dans l'ensemble du Canada, de déterminer si le rendement actuel est satisfaisant et de discerner les aspects de ses services auxquels il doit apporter des améliorations. Ces informations aideraient également à prendre des décisions avisées en matière d'investissement.

Le Ministère a recours à divers moyens, dont Internet et les médias, pour transmettre aux Canadiens les avertissements de temps violent. Malgré ses efforts, aucun système national qui permettrait de prévenir automatiquement le public des épisodes de temps violent ou d'autres urgences n'a été mis en place; un tel système permettrait de diffuser les avertissements sur toutes les stations de radio ou de télévision et à des dispositifs mobiles, comme les téléphones cellulaires. Radiométéo est le seul outil d'Environnement Canada qui permet d'alerter automatiquement le public en cas d'avertissements de temps violent, mais des sondages nationaux ont révélé que le public n'utilise que très peu Radiométéo.

Environnement Canada n'a pas géré adéquatement ses réseaux d'observation météorologique, dont les réseaux radar et de surface, pour faire en sorte qu'ils continuent de fournir les données nécessaires afin de produire et de vérifier les avertissements de temps violent. Environnement Canada ne dispose pas des informations sur la performance de ses actifs — par exemple, les tendances des coûts de réparation et des taux de panne pendant les épisodes de temps violent — informations dont il a besoin pour prendre des décisions d'investissement tout au long du cycle de vie de ces actifs. Les décisions d'investissement portant entre autres sur le choix à faire entre réparer l'équipement ou le remplacer.

Le Ministère se trouve devant de nombreux défis importants — que ce soit la mise en place d'un système robuste et utile pour vérifier les avertissements de temps violent, la gestion de ses réseaux de surveillance au cours de leur cycle de vie dans un contexte de ressources limitées, ou encore la gestion des risques liés à sa stratégie actuelle qui consiste à se reposer sur des partenariats. Il n'a pas encore de stratégie à long terme à jour pour relever ces défis et faire en sorte qu'il puisse, dans l'avenir, continuer à produire et à diffuser en temps voulu des avertissements de temps violent fiables.

Selon Kuhn et collaborateurs (Kuhn et collab., 2005), l'évaluation de la qualité des systèmes de surveillance locaux existants est un premier pas important dans le développement ou l'amélioration du système de surveillance. Souhaitons que le rapport du commissaire à l'environnement et au développement durable ait cette portée pour l'amélioration du système canadien de surveillance de temps violent.

4.2 BASE DE DONNÉES CANADIENNE SUR LES DÉASTRES

La Base de données canadienne sur les désastres de Sécurité publique Canada contient des renseignements sur les désastres naturels, technologiques ou conflictuels (outre les guerres) ayant touché la population canadienne depuis 1900 (SP Canada, 2007).

Ces renseignements constituent des événements importants sur le plan historique ou ont eu les conséquences suivantes :

- le décès de 10 personnes ou plus;
- au moins 100 personnes sinistrées, blessées, évacuées ou sans abri;
- un appel officiel demandant de l'aide à l'échelle nationale ou internationale; ou
- des dommages aux fonctions de la collectivité ou interruption de celles-ci au point où la collectivité n'arrive pas à se rétablir par elle-même (Berry et collab., 2008).

La date du désastre, sa localisation et diverses informations sur les personnes touchées sont colligées dans cette base de données, et ce, pour divers types de désastres météorologiques ou géologiques (p. ex. : les ouragans, les tornades, les tremblements de terre) (SP Canada, 2007). Ces renseignements peuvent être dépouillés par région, principalement des provinces canadiennes.

La Base de données canadienne sur les désastres constitue la base de données la plus exhaustive sur les dangers naturels survenus au pays (Berry et collab., 2008). Cette base de données s'avère toutefois incomplète et d'une fiabilité discutable pour les catastrophes et les événements liés aux conditions météorologiques survenus au fil du temps (Berry et collab., 2008). De fait, la Base de données canadienne sur les désastres n'a pas été mise à jour depuis juin 2005 – situation à laquelle on devrait avoir remédié au printemps 2010⁹. De plus, certains aléas n'y sont généralement pas rapportés (p. ex. : les orages, les vagues de chaleur, les tempêtes de pluie), en raison du caractère très sélectif des critères utilisés (p. ex. : décès de 10 personnes ou plus). Enfin, de visu, la Base de données canadienne sur les désastres ne rapporte pas systématiquement les caractéristiques des aléas (p. ex. : la force d'une tornade)¹⁰. Conséquemment, les statistiques de cette base de données sous-estiment le nombre total d'aléas ainsi que l'ampleur de leurs répercussions (Berry et collab., 2008).

Nonobstant ces limites, on observe une tendance à la hausse marquée du nombre total de cette catégorie de catastrophes naturelles au Canada pour la période 1900-2002, passant de 160 catastrophes pour la période 1900-1960 (moins de 3 catastrophes par année), à 92 pour les années 1970 (plus de 9 catastrophes par année), à 114 pour les années 1980 (plus de 11 catastrophes par année), à 151 pour les années 1990 (plus de 15 catastrophes par année) et à 29 catastrophes de 2000 à 2002 (soit de l'ordre de 15 catastrophes par année) (Berry et collab., 2008). Au total, 578 238 Canadiens ont été touchés par les catastrophes naturelles de 1994 à 2003, alors que ce nombre s'élevait à 79 066 pour la période 1984-1993.

⁹ Helen Vaughan, conseillère principale en recherches, Politiques en matière de gestion des urgences, Sécurité publique Canada. Communication avec Steve Toutant, analyste en géomatique, INSPQ, en date du 29 janvier 2010.

¹⁰ Communication entre Diane Bélanger, chercheuse au Centre de recherche du CHUQ, et Steve Toutant, analyste en géomatique, INSPQ, en date du 2 février 2010.

4.3 ATLAS DU CANADA

L'atlas du Canada est un ensemble de cartes composées de plusieurs couches de données réparties principalement en deux catégories : les couches de données-cadres et les couches thématiques (Ressources naturelles Canada, 2009).

Les couches de données-cadres représentent les entités géographiques qui servent de fond aux données thématiques. Ces entités sont les cours d'eau, les lacs, les limites administratives, les lieux habités, les routes et les chemins de fer (Ressources naturelles Canada, 2009).

Les couches de données thématiques concernent divers types de catastrophes recensées dans la Base de données canadienne des désastres. Par exemple, la planche relative aux tornades illustre les principales tornades survenues depuis le début du 20^e siècle et inclut des renseignements sur l'importance des dégâts, la date et une brève description de l'événement (Ressources naturelles Canada, 2009).

Une version géospatiale de la base de données canadienne sur les désastres était prévue pour mai ou juin 2010¹¹. Elle permettra aux utilisateurs de définir une recherche dans la base de données en délimitant une zone spécifique.

¹¹ Helen Vaughan, conseillère principale en recherches, Politiques en matière de gestion des urgences, Sécurité publique Canada. Communication avec Steve Toutant, analyste en géomatique, INSPQ, en date du 29 janvier 2010.

DEUXIÈME PARTIE : PRÉCIPITATIONS HIVERNALES ET AVALANCHES

D'après les projections du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2007), les aléas hydrométéorologiques deviendront de plus en plus fréquents et intenses en raison des changements climatiques.

Au Québec, cela signifie que les précipitations saisonnières totales augmenteront, incluant une hausse des précipitations hivernales d'ici 2020, 2050 et 2080 (par rapport à la période 1961-1990) – hausse qui causera davantage d'avalanches (Bourque et Simonet, 2008). Or, les précipitations hivernales et les avalanches représentent un défi pour la santé publique. À titre d'exemple, le verglas de 1998 a occasionné quelque 21 décès et 200 intoxications au monoxyde de carbone (Roy, 1998 dans Bourque et Simonet, 2008), principalement en Montérégie et sur l'île de Montréal (Tremblay et collab., 1998 dans Bourque et Simonet 2008). De même, l'avalanche à Kangisualujjuaq (nord du Québec) en 1999, dont la survenue serait intimement liée aux tendances climatiques récentes, a fauché la vie de neuf personnes et en a blessé 25 autres (Sécurité publique Canada, 2006 dans Bourque et Simonet 2008).

Dans un contexte de changements climatiques, il apparaît donc pertinent de répertorier les effets sanitaires et les principaux indicateurs associés aux précipitations hivernales et aux avalanches aux fins de veille et de surveillance, d'où la réalisation de cette deuxième partie du rapport.

Plus précisément, cette partie du rapport inclut quatre sections. La première section présente des informations d'ordre méthodologique sur les définitions des effets et indicateurs sanitaires, de même que sur la recension des écrits retenus dans le cadre de ce travail. Les principales sources de données utilisées dans les diverses publications retenues y sont aussi rapportées.

Les deux suivantes concernent respectivement les précipitations hivernales (soit les précipitations verglaçantes, la neige et le blizzard) et les avalanches. Dans chacune de ces sections, on présente :

- quelques généralités relatives à l'événement;
- les principaux résultats des études retenues sous forme de tableau;
- les principales conclusions qui ressortent de ces résultats, accompagnées de quelques éléments de réflexion, éléments pouvant s'appuyer sur d'autres types de documents que les études répertoriées.

Enfin, la quatrième section conclut cette partie du rapport, en proposant un ensemble d'effets et d'indicateurs sanitaires à inclure aux systèmes de veille et de surveillance des problèmes de santé associés aux aléas.

1 PRÉCISIONS MÉTHODOLOGIQUES

1.1 DÉFINITIONS DES EFFETS ET INDICATEURS SANITAIRES

Comme Patz et collaborateurs (2000), dont le modèle a été présenté à la première partie du présent document, nous distinguons les effets de l'aléa sur la morbidité et la mortalité, les autres indicateurs sanitaires et les indicateurs de l'aléa.

Les effets sanitaires sont définis comme des indicateurs mesurant les effets directs et indirects des précipitations hivernales et des avalanches sur la santé humaine, tels les blessures, les maladies d'ordre physique et les décès. Les conséquences psychosociales des aléas hydrométéorologiques extrêmes font l'objet d'un autre rapport.

Les indicateurs sanitaires sont les caractéristiques ou les conditions pouvant moduler la relation entre ces événements et les effets sanitaires. Ils incluent les caractéristiques personnelles comme l'âge, le sexe, les antécédents médicaux des victimes; les aspects socioéconomiques (p. ex. : le type de maison) et les circonstances ou localisations des victimes lors de l'événement (p. ex. : dans un véhicule).

Les indicateurs qui définissent l'aléa correspondent aux caractéristiques permettant de mieux comprendre la nature de l'aléa. Elles sont souvent utilisées pour estimer l'importance de l'aléa et sont aussi déterminantes dans l'établissement du niveau de risque (Morin, 2008). Ces indicateurs réfèrent à la mesure de l'intensité ou de la gravité de l'aléa, à la probabilité de son occurrence ou de sa récurrence, à sa localisation spatiale, à sa dimension temporelle et à sa durée.

1.2 RECENSEMENT DES PUBLICATIONS

Le recensement des études sur les précipitations hivernales et les avalanches, effectué dans les bases de données MEDLINE et Web of Science, a permis de repérer 88 et 564 publications respectivement. Sur un total de 652 publications repérées, 39 ont été retenues, dont 27 sur les précipitations hivernales et 12 sur les avalanches. Divers mots-clés ont été utilisés pour la recension des études et sont présentés au tableau 1.

Tableau 1 Mots clés utilisés pour le recensement des publications selon la source

MEDLINE	Web of Science
<i>Mesh</i> • snow OR • avalanches OR <i>Title/Abstract</i> • black ice OR • ice on road OR • ice on roads OR • ice road OR • ice roads OR • ice storm OR • ice storms OR • blizzard OR • blizzards AND <i>Mesh</i> • cause of death OR • mortality OR • wounds and injuries OR • accidents, traffic OR • accidents, aviation OR • cardiovascular diseases OR • respiratory tract diseases	<i>Topic</i> • snow OR • black ice OR • ice on road* OR • ice road* OR • ice storm* OR • avalanche* OR • blizzard* AND <i>Topic</i> • casualt* OR • death* OR • wound* OR • injur* OR • aircraft accident* OR • aviation accident* OR • motor vehicle accident* OR • plane accident* OR • road traffic accident* OR • traffic accident* OR • cardiovascular disease* OR • heart disease* OR • vascular disease* OR • respiratory tract disease* OR • respiratory disease* OR • respiration disorder* OR • bronchial disease*

1.3 SOURCES DE DONNÉES UTILISÉES DANS LES PUBLICATIONS RETENUES

Pour étudier le lien entre les problèmes de santé et les précipitations hivernales et les avalanches, diverses sources de données ont été utilisées. De façon globale, on distingue pour :

Les précipitations

- les sources de données liées aux décès (les rapports du coroner), aux services médicaux (visites aux urgences, hospitalisations, sorties d'hôpital) et aux prestations d'assurance maladie;
- celles regroupant des données de surveillance (comme les données du Système canadien d'information et de recherche en prévention des traumatismes);
- celles contenant des informations recueillies par les chercheurs auprès des résidents des secteurs touchés par l'aléa;

- celles concernant les bases de renseignements sur les accidents de circulation (dont la Base de données nationale des collisions de Transport Canada [TRAID3] et le Fatal Accident Reporting System aux États-Unis).

Les avalanches

- les bases de données sur les avalanches (comme la Canadian Avalanche Centre Database et aux États-Unis, la National Avalanche Accident Database);
- les articles de presse;
- outre des sources de données liées aux décès et aux services médicaux, sources ci-dessus citées sous *Les précipitations*.

Ces différentes sources de données ne sont pas décrites dans le présent rapport. Certaines d'entre elles présentent toutefois des faiblesses méthodologiques qui peuvent aussi limiter la portée des résultats des études. À titre d'exemple, l'utilisation des données d'admissions provenant d'un seul centre de traumatismes dans l'étude de Bhattacharyya et Millham (2001) ne peut identifier l'effet au niveau populationnel de la météo sur la survenue des traumatismes (Abe et collab., 2008). De même, les informations incomplètes (p. ex : sur les personnes impliquées dans les accidents d'avalanches) de la base de données utilisées dans l'étude de Page et collab. (1999) ne permettent pas de faire des conclusions précises sur les tendances de la mortalité totale liée aux avalanches.

2 PRÉCIPITATIONS HIVERNALES

2.1 GÉNÉRALITÉS

Dans le présent rapport, les précipitations hivernales incluent les précipitations verglaçantes (bruine et pluie), la neige et les blizzards.

La bruine verglaçante est une bruine¹² qui gèle au contact d'un objet froid ou du sol quand les températures sont en dessous de 0 °C. Bien qu'elle s'accumule moins rapidement que la pluie, la bruine verglaçante peut rendre les trottoirs glissants et les conditions routières dangereuses, d'où l'émission d'avertissements par Environnement Canada lorsqu'une accumulation importante de glace est prévue (Environnement Canada, 2002c).

La pluie verglaçante se définit comme une pluie dont les gouttelettes se congèlent au moment de leur impact (Environnement Canada, 2002b). Sa gravité dépend de l'accumulation de glace, de la durée de la pluie, de son étendue et de l'endroit touché (ICLR, 2010). Les tempêtes de verglas sont souvent la principale source de danger en hiver (ICLR, 2010). De fait, de grosses accumulations de pluie verglaçante peuvent faire tomber jusqu'à des arbres et couper les lignes électriques et téléphoniques (Environnement Canada, 2002c). Voilà pourquoi Environnement Canada émet des avertissements au plus 24 heures à l'avance, quand on prévoit de la pluie verglaçante pendant une période d'une à quatre heures ou une quantité d'au moins deux millimètres (mm) de pluie (Environnement Canada, 2002c). En hiver, ces avertissements peuvent être précédés d'une veille de tempête de neige (Environnement Canada, 2002c).

La neige est une vapeur atmosphérique gelée en cristaux de glace qui tombent en flocons légers sur la terre (Environnement Canada, 2008a). On parle de tempête lorsqu'une masse d'air très froid s'éloigne des régions polaires (ICLR, 2010) et cause d'abondantes chutes de neige, surtout si ces chutes sont accompagnées de vents violents (Environnement Canada, 2008a). Environnement Canada émet un avertissement de neige lorsque de très importantes quantités sont prévues sur une période de 12 à 24 heures (Environnement Canada, 2002c). Pour le Québec, cela signifie jusqu'à 15 centimètres (cm), 20 cm et même 25 cm de précipitations sur une période d'une journée (Environnement Canada, 2002c). Pour de plus petites quantités de neige, un bulletin météorologique spécial peut toutefois être émis dans des circonstances particulières (par exemple, lors de la première chute de neige) (Environnement Canada, 2002c).

Enfin, les blizzards, de violentes tempêtes d'hiver, se caractérisent par la neige ou la poudrerie¹³ accompagnée de vents d'au moins 40 kilomètres à l'heure (km/h), d'une visibilité réduite à moins d'un kilomètre en raison de la poudrerie, et d'un indice de refroidissement

¹² Une bruine est un brouillard en voie de condensation, formant une petite pluie très fine, appelée aussi crachin (Office québécois de la langue française, 2010).

¹³ Neige soulevée par le vent (Environnement Canada : http://www.atl.ec.gc.ca/weather/glossary_f.html).

éolien¹⁴ de -25 ou plus froid (Environnement Canada, 2002a). De façon générale, un blizzard dure, au plus, de six à douze heures (Environnement Canada, 2002c). Cette durée est toutefois suffisamment longue pour que la réduction de la visibilité associée à la poudrerie ou au phénomène de voile blanc¹⁵ rende les déplacements hasardeux, en particulier sur la route (Environnement Canada, 2002c). L'intense refroidissement éolien n'est également pas à sous-estimer pour les personnes qui se trouvent à l'extérieur (Environnement Canada, 2002c). Environnement Canada émet un avertissement de blizzard, de 12 à 24 heures à l'avance, quand les forts vents (≥ 40 km/h) et la faible visibilité (< 1 km) durent au moins de quatre à six heures (Environnement Canada, 2002c).

Au Canada

De 1900 à 2000, le Canada a connu de nombreuses tempêtes hivernales et parmi les plus importantes, on retrouve :

- les tempêtes de neige de décembre 1969 à Montréal (15 décès) et de février 1982 à Terre-Neuve (117 décès);
- les blizzards d'avril 1914 au Labrador (77 décès), de mars 1941 dans les provinces des Prairies (76 décès) et de janvier 1978 au sud-ouest de l'Ontario (8 décès et 400 blessés);
- et, bien sûr, la tempête de verglas de 1998 – le désastre naturel le plus coûteux de toute l'histoire du Canada (Lecomte et collab., 1998) – qui s'est étendue des Maritimes jusqu'aux vallées de l'Outaouais et du Saint-Laurent (28 décès, 945 blessures et 600 000 évacués) (SP Canada, 2007), et au cours de laquelle 100 mm de verglas tombés de façon intermittente en six jours (ICLR, 2010), ont occasionné la coupure d'électricité chez plus de trois millions de foyers (soit 4,7 millions de personnes ou encore 16 % de la population canadienne) (Lecomte et collab., 1998).

2.2 CONSÉQUENCES SANITAIRES

Pour identifier les effets et les indicateurs sanitaires associés aux précipitations hivernales, 27 études ont été retenues (10 études descriptives; 17 à visée étiologique). Ces études, réalisées en majorité aux États-Unis ($n = 14$) et au Canada ($n = 10$), sont basées sur des périodes relativement longues, variant d'une année à 39 ans.

Les principaux résultats de ces études sont rapportés dans les tableaux 2 et 3. Les conclusions générales qui ressortent de chacun de ces tableaux les précèdent.

¹⁴ L'indice de refroidissement éolien traduit l'impression de froid sur la peau si l'on marchait à 4,8 km/h. Il est exprimé sur une échelle correspondante à celle de la température, mais sans le signe des degrés, puisqu'il ne s'agit pas de la température de l'air proprement dit (Environnement Canada : <http://www.mb.ec.gc.ca/air/wintersevere/windchill.fr.html>). Par exemple, si la température extérieure est de -10 °C et que le refroidissement éolien est de -20, cela signifie qu'on ressentira sur le visage le même froid que si l'on était dehors à -20 °C par temps calme.

¹⁵ Lorsqu'un blizzard tire à sa fin, le phénomène du voile blanc, caractérisé par une neige d'une intensité telle qu'il est difficile de distinguer le sol du ciel, peut se développer (ICLR, 2010).

2.2.1 Conclusions générales sur les précipitations verglaçantes

Les conclusions générales suivantes émergent des études nous ayant permis de documenter les effets et indicateurs sanitaires des précipitations verglaçantes (tableau 2).

2.2.1.1 Les tempêtes de verglas entraînent une augmentation des consultations aux urgences

Diverses publications ont rapporté l'augmentation des consultations aux urgences après une tempête de verglas, particulièrement à la suite de la tempête de 1998.

À ce sujet, relevons une étude américaine du CDC (CDC, 1998), dans laquelle on a noté une augmentation de 47 % du nombre de patients traités aux urgences d'un hôpital et de deux centres médicaux situés dans le Maine du 7 au 18 janvier 1998, comparativement à la même période l'année précédente.

De même, au Canada, une augmentation de 4,6 % des consultations aux urgences dans l'est de l'Ontario a également été relevée par l'Agence de la santé publique du Canada (Agence de la santé publique du Canada, 1999) pour la période du 5 janvier au 1^{er} février 1998 (période de référence : 05-01-97 au 01-02-97).

Les motifs de consultations sont divers, mais les plus fréquents demeurent les maladies cardiaques, respiratoires, gastro-intestinales, ainsi que l'exposition au froid, les intoxications au monoxyde de carbone (CO) et les blessures (Agence de la santé publique du Canada, 1999; CDC, 1998), blessures dont plusieurs étaient attribuables aux activités de nettoyage après la tempête (Hartling et collab., 1999).

2.2.1.2 Les intoxications au monoxyde de carbone, en raison de coupures d'électricité, sont qualifiées comme étant les problèmes de santé les plus dramatiques lors de tempêtes de verglas

Lors de la tempête du verglas de 1998, dans le Maine (États-Unis), le CDC a rapporté une augmentation des cas d'intoxication au CO de 3,9 % du 7 au 18 janvier, comparativement à la même période l'année précédente (CDC, 1998).

Relativement à cette même tempête, mais dans l'est de l'Ontario (Canada), l'Agence canadienne de santé publique a observé qu'il y avait cinq fois plus de cas d'intoxication au CO du 5 janvier au 1^{er} février 1998, par rapport à la même période en 1997 (Agence de la santé publique du Canada, 1999).

Ces augmentations d'intoxications au CO pendant les tempêtes de verglas accompagnées de coupures d'électricité ne sont pas surprenantes, en ce sens que les populations utilisent les équipements d'appoint pour cuisiner et se réchauffer, et ce, souvent dans des conditions inappropriées (CDC, 1993).

Parmi les sources d'intoxication, on compte principalement les groupes électrogènes¹⁶ à essence ou au gaz naturel et les briquettes de charbon de bois (Daley et collab., 1999; Hartling et collab., 1998; Houck et Hampson, 1997).

2.2.1.3 Pour prévenir les intoxications au monoxyde de carbone, il serait important d'adapter le contenu des messages de prévention pour tenir compte de certaines particularités des groupes à risque, incluant la langue qu'ils comprennent

Aux États-Unis, 85 % des personnes intoxiquées au CO à la suite de la tempête de verglas de 1994 à Nashville étaient des minorités ethniques (Wrenn et Conners, 1997). Deux des facteurs de risque mis en cause pour expliquer ce pourcentage élevé est l'émission de messages de prévention en anglais seulement et la diffusion de ces messages par la télévision et la radio, alors que plusieurs de ces personnes n'avaient pas l'électricité (Wrenn et Conners, 1997).

Afin de contrer ces problèmes de communication observés dans un contexte de verglas, mais également dans un contexte de précipitations hivernales tous types confondus, il apparaît important de produire les consignes de santé publique dans la langue comprise par les groupes les plus à risque ou encore de les résumer sous forme de pictogrammes (Houck et Hampson, 1997). Lors de pannes électriques, il serait également opportun d'informer les groupes à haut risque par des alternatives autres que médiatiques, comme le porte-à-porte entre voisins (Wrenn et Conners, 1997).

2.2.1.4 Outre les intoxications, le verglas aurait aussi une incidence sur le risque de la fracture de la hanche, et ce, davantage chez les gens âgés de 45 à 74 ans que chez leurs aînés

Certaines études mettent en lumière l'augmentation du risque de fractures chez les personnes âgées lors des précipitations verglaçantes (p. ex. : Smith et Nelson, 1998; Jacobsen et collab., 1995). Le développement de l'ostéoporose lié à l'avancement en âge (Cummings et collab., 1985) contribuerait à expliquer cet état de choses.

L'étude américaine de Jacobsen et collaborateurs (Jacobsen et collab., 1995) demeure toutefois particulière, puisqu'on y rapporte que les personnes âgées de 45 à 74 ans étaient 1,60 fois (Intervalle de confiance à 95 %, IC_{95%} : 1,06-2,41) plus à risque de fracture de la hanche que les 75 ans et plus, de 1952 à 1989. Les auteurs suggèrent qu'en raison d'un pauvre statut fonctionnel, les aînés de 75 ans et plus seraient plus souvent confinés à demeure que leurs cadets, réduisant ainsi leur exposition aux conditions météorologiques inclementes comme le verglas (Jacobsen et collab., 1995).

¹⁶ Un groupe électrogène est un dispositif autonome capable de produire de l'électricité qu'on utilise dans les zones non desservies par un réseau de distribution électrique ou pour pallier une éventuelle coupure d'alimentation électrique. Un groupe électrogène peut fonctionner à partir de divers carburants, dont l'essence, le gaz naturel et les biocarburants (Wikipédia, 2010).

2.2.1.5 L'hiver, le risque de fracture de la hanche chez les femmes comme chez les hommes diffère selon les conditions météorologiques et les groupes d'âge étudiés

Dans une étude réalisée au Canada sur un horizon de 10 ans (1982-1992) (Levy et collab., 1998), le risque proportionnel (RP) de la fracture de la hanche était un peu plus élevé l'hiver que l'été chez les hommes (RP = 1,12; IC_{95%} : 1,00-1,26), mais du même ordre pour les deux saisons chez les femmes (RP = 1,05; IC_{95%} : 0,99-1,12). Or, dans un contexte de pluies verglaçantes (p/r T° max > 5 °C, sans pluie ou neige), ces RP s'élèvent de façon significative à la fois pour les hommes et les femmes, hausse qui diffère toutefois selon les groupes d'âge étudiés.

De fait, alors que seules les femmes de 50 à 64 ans étaient à risque de fracture de la hanche lors de verglas (RP = 2,0; IC_{95%} : 1,54-2,59), chez les hommes, ce risque touchait les 50 à 64 ans (RP = 1,59; IC_{95%} : 1,15-2,19), les 65 à 74 ans (RP = 1,46; IC_{95%} : 1,09-1,96) et les 80 à 84 ans (RP = 1,48; IC_{95%} : 1,04-2,10), d'où l'importance de préciser les conditions météorologiques et de tenir compte du groupe d'âge lorsqu'on étudie le risque de la fracture de la hanche l'hiver. L'ajout de certaines variables comportementales, comme les habitudes de sortie lors de conditions météorologiques inclementes, pourrait aussi être un atout pour expliquer les différences selon le genre.

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Broder J, Mehrotra A & Tintinalli J (2005). Injuries from 2002 North Carolina ice storm, and strategies for prevention. Injury, International Journal of the care of the injured 36 : 21-26.	- Aléas étudiés : tempête de verglas, États-Unis, 2002. - Population étudiée : patients (tous âges) traités dans un centre de soins tertiaires situé dans l'épicentre de la tempête, Caroline du Nord, zone centrale.	- Étude descriptive. - Sources de données : - dossiers du département des urgences; - dossiers des registres de traumatismes; - Medical Examiner's Office. - Définitions : période de tempête = période allant du début de la précipitation de verglas jusqu'au rétablissement de l'électricité pour 99 % des ménages.	4-14 décembre 2002 : 130 patients ont visité les urgences; 18 % d'hospitalisés; 5 % avec blessures potentiellement mortelles. - Parmi les patients, 64 % femmes, 36 % hommes; 58 % blancs; 23 % hispaniques; 12 % noirs; 7 % asiatiques ou autres. - Causes des blessures : 37 % dommages de la tempête (non précisés); 37 % exposition au monoxyde de carbone (CO)/fumées; 18 % chutes ou glissades; 5 % brûlures; 2 % blessures liées à l'obscurité; 1 % exposition au froid. - Sources d'exposition au CO (n = 50) : feux de charbon de bois/gril d'intérieur (n = 17), groupe électrogène à essence (n = 13), feux de maison (n = 7), radiateur au kérosène (n = 4), (source inconnue = 9). 04-12 décembre 2002 : 23 décès (excluant ceux liés aux accidents de circulation). - Causes de décès : brûlures (n = 8), intoxication au CO/fumées (n = 7), glissades et chutes (n = 4), exposition au froid (n = 3), dommages de la tempête (n = 1). - Distribution des blessures mortelles : 4 fractures spinales, 2 hémorragies intracérébrales, une hypothermie sévère. - Commentaires : - Classification ad hoc des blessures (non-utilisation de la CIM ou des codes E). - Possibilité de sous-estimation des blessés, car les patients traités en dehors de la période d'étude, ceux dont les dossiers d'urgence sont manquants et les accidents liés aux verglas n'ont pas été pris en compte. - Les données de blessures proviennent d'un seul centre de santé. - Problème de communication lié à la langue (soulevé pour les hispaniques).

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Agence de la santé publique du Canada (1999). Adverse Health Events Associated with the 1998 Ice Storm: Report of Hospital Surveillance of the Eastern Ontario Health Unit Region. Canada Communicable Disease Report 25(17) : 1-6.	• Aléas étudiés : tempête de verglas, Canada, 1998. • Population étudiée : population de la région géographique desservie par l'unité sanitaire de l'est de l'Ontario.	• Étude descriptive. • Période étudiée : - 5 janvier-1^{er} février 1998; - 5 janvier-1^{er} février 1997 (période de référence). • Sources de données : - registre des salles d'urgence; - Environnement Canada; - Station météorologique de Cornwall.	5-10 janvier 1998 : • Tempête de verglas (ayant entraîné des pannes d'électricité qui ont duré jusqu'à 4 semaines), est de l'Ontario. 5 janvier-1^{er} février (par rapport à la même période en 1997) : • Augmentation de (↑) 4,6 % consultations aux urgences en 1998, par rapport à (p/r) 1997 (n₁₉₉₈ = 12 489; n₁₉₉₇ = 11 939). • Diminution de (↓) 1,4 % des admissions en 1998 p/r 1997 (n₁₉₉₈ = 1 221; n₁₉₉₇ = 1 238). • Distribution de certaines causes de consultation aux urgences (données de trois hôpitaux) – pourcentages de 1998 (n = 7 312) p/r 1997 (n = 6 917) : - 7,7 % p/r 6,2 % – lésions de l'appareil locomoteur (fracture, contusion, entorse); - 3,4 % p/r 2,7 % – lésions de la peau (blessure ouverte, brûlure, gelure); - 1,5 % p/r 1,1 % – maladies gastro-intestinales (nausée et vomissement, gastroentérite, toxi-infection alimentaire); - 0,5 % p/r 0,1 % – maladies cardiaques (angine, infarctus du myocarde, arrêt cardiaque); - 0,4 % p/r 0,2 % – blessures de la tête (commotion); - 0,2 % p/r 0,1 % – inhalations de gaz toxiques (dont le CO : 0,1 % p/r 0,03 %); - 5,7 % p/r 5,7 % – maladies respiratoires (pneumonie, broncho-pneumopathie chronique obstructive, asthme, bronchite); - 0,5 % p/r 0,7 % – anxiété mentale. • Distribution des causes d'admission (données de quatre hôpitaux) - pourcentages de 1998 (n = 1 022) p/r 1997 (n = 1 037) : - 9,7 % p/r 8,7 % – maladies respiratoires (pneumonie, broncho-pneumopathie chronique obstructive, asthme); - 5,3 % p/r 3,4 % – fracture; - 5,0 % p/r 3,4 % – maladies cardiaques (angine, infarctus du myocarde); - 1,6 % p/r 1 % – gastroentérites. • Commentaire : Une seule source de données; collecte de données incomplète; possibilité de sous-estimation de la morbidité; mortalité attribuable au verglas non évaluée.

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Daley WR, Smith A, Paz-Argadona E, Malilay J & McGeehin M (1999). An outbreak of Carbon Monoxide Poisoning After a major ice storm in Maine. <i>Journal of Emergency Medicine</i> 18(1) : 87-93.	• Aléas étudiés : tempête de verglas, États-Unis, 1998. • Population étudiée : - patients (tous âges) ayant eu un diagnostic de laboratoire confirmé d'intoxication au CO du 7 au 20 janvier 1998, quatre hôpitaux des Comtés d'Androscoggin et de Kennebec (Cas); - 522 ménages aléatoires sélectionnés par téléphone (groupe de comparaison).	• Étude à visée étiologique. • Sources de données : - dossiers médicaux des patients; - enquêtes auprès des ménages.	7-20 janvier 1998 : • 100 cas confirmés d'intoxications au CO (59 femmes et 41 hommes; 38 ans d'âge moyen, de 11 mois à 95 ans). • 88 % des cas observés une semaine après la tempête. • 99 cas traités, dont 11 hospitalisés et 1 décédé. • Sources d'intoxication : 74 cas, groupes électrogènes; 9 cas, groupe électrogène et radiateur au propane; 2 cas, groupe électrogène et radiateur au kérosène; 5 cas – radiateur au kérosène; 3 cas, barbecue à charbon de bois; 2 cas, cuisinière portative au gaz; 5 cas, autres (combinaison d'au moins deux de ces sources : radiateur au propane, radiateur au kérosène, cuisinière portative, scie à béton, cheminée). • Comparaison des cas d'intoxication au CO avec les personnes non intoxiquées (régression logistique) : - le groupe électrogène était plus souvent dans le garage ou une autre structure attenante à la maison chez les cas (rapport de cotes, RC = 19; IC_{95%} : 5-85,6); - le groupe électrogène était plus souvent au sous-sol chez les cas (RC = 312,8; IC_{95%} : 27,6-13 774,5); - la fermeture des portes de la maison pendant l'utilisation de radiateurs au kérosène plus souvent observée chez les cas (RC = 6,8; IC_{95%} : 1,0-49,9). • Associations non significatives entre : - l'intoxication au CO et l'absence de détecteur de CO; - l'intoxication au CO liée à un groupe électrogène et le fait de n'avoir aucune expérience pour son utilisation; le fait de ne pas avoir de consignes inscrites sur le groupe électrogène relativement au CO; le fait de ne pas avoir pris connaissance des consignes relatives au CO, comme rapporté dans le guide d'utilisation du groupe électrogène; - l'intoxication au CO liée aux radiateurs au kérosène et le fait de n'avoir aucune expérience pour son utilisation; le fait de ne pas avoir de consignes inscrites sur le radiateur relativement au CO; le fait d'avoir fermé les fenêtres; l'absence de renseignement sur la qualité du kérosène utilisé. • Commentaire : Possibilité de sous-estimation des cas confirmés de laboratoire.

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Hartling L, Pickett W & Brison RJ (1999). The Injury Experience Observed in Two Emergency Departments in Kingston, Ontario During 'Ice Storm 98'. Canadian Journal of Public Health 90 (2) : 95-98.	• Aléas étudiés : verglas, Canada, 1998. • Population étudiée : patients des urgences des hôpitaux de Kingston (Hôtel Dieu et Kingston Général), Ontario.	• Étude descriptive. • Période étudiée : - 7-19 janvier 1998; - 7-19 janvier 1997 (période de référence). • Sources de données : - dossiers des urgences; - <i>The Canadian Hospitals Injury Reporting and Prevention Program : CHIRP records</i>; - Environnement Canada.	7 janvier 1998 : • Tempête de verglas, Kingston et sa région avoisinante. 7-19 janvier : • 669 blessures aux urgences, dont 254 (38 %) directement liées à la tempête. • ↓ 3,4 % du nombre de blessures aux urgences ($n_{1998} = 669$ p/r $n_{1997} = 692$). • Deux décès liés à la tempête de verglas de 1998 se sont produits en dehors des hôpitaux (l'un lié à l'intoxication au CO; l'autre, aux brûlures sévères). • Le plus grand nombre de blessures a été observé le lendemain de la tempête (1998) et de 4 à 6 jours après la tempête. • Des 254 blessures directes : 59 % – hommes et 41 % – femmes; 15 % – < 20 ans, 66 % – de 20 à 59 ans, 19 % – ≥ 60 ans. • Causes de blessures : 58 % – associées à la glace (97 % – glissades/chutes sur la glace; 3 % – chutes de glace); 15 % – liées au dégagement des branches et des arbres; 9 % – intoxications au CO; 4 % – collisions de véhicule; 3,9 % – à cause de l'obscurité; 3,1 % – aux incendies (7 % – autres causes). • Type de blessures : 31 % – blessures superficielles (ecchymose, abrasion); 19 % – fractures ou dislocations; 15 % – plaies ouvertes; 10 % – entorses; 9 % – intoxications; 7 % – blessures de la tête; 5 % – blessures des yeux (4 % – autres causes). • Sévérité des blessures selon l'échelle AIS (<i>Abbreviated Injury Score</i>) : 52 % – blessures mineures; 25 % – de sévérité modérée; 11 % – de sévérité majeure (12 % – sévérité non précisée). • Commentaires : - Le nettoyage des débris a été identifié dans l'étiologie des blessures. - En 1998, diminution d'autres types de blessures que celles associées au verglas, comme celles liées aux sports (effet de moisson).

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
CDC (1998). Community Needs assessment and Morbidity Surveillance Following an Ice Storm-Maine, January 1998. MMWR 47(17): 351-354.	- Aléas étudiés : tempête de verglas, États-Unis, 1998. - Population étudiée : patients présentés aux urgences d'un hôpital et de deux centres médicaux, Maine.	- Étude descriptive. - Période étudiée : - 7-18 janvier 1998; - 7-19 janvier 1997 (période de référence). - Sources de données : - enquête auprès des urgences de trois hôpitaux (Stephens memorial Hospital in Norway, Central Maine Medical center, St. Mary's Regional Medical Center in Lewiston); - enquête auprès des résidents dans 30 secteurs de recensement (sélectionnés de façon aléatoire).	7 janvier 1998 : - Tempête de verglas, nord-est des États-Unis. ↑ 47 % des patients traités aux urgences ($n_{1998} = 2\,586$ p/r $n_{1997} = 1\,758$). - La distribution par causes de consultation aux urgences (% 1998 p/r % 1997) : - 4,3 % p/r 5,3 % – fracture ou dislocation non crânienne; - 3,9 % p/r 0 % – intoxication au CO; - 0,3 % p/r 0 % – exposition au froid; - 0,7 % p/r 0,4 % – brûlure; - 7,4 % p/r 6,3 % – maladies des voies respiratoires inférieures; - 4,6 % p/r 4,2 % – maladies cardiaques; - 1,6 % p/r 1,5 % – alcoolisme; - 4,1 % p/r 4,3 % – maladies gastro-intestinales aiguës; - 12,7 % p/r 16,4 % – blessures musculosquelettiques; - 5,2 % p/r 7,6 % – lacération; - 1,5 % p/r 2,2 % – maladies mentales; - 1 % p/r 1,3 % – blessure crânienne ou intracrânienne; - 0,7 % p/r 1 % – blessure aux yeux. 17 janvier 1998 (6 jours après la tempête), enquête auprès des résidents de 111 ménages (évaluation rapide des besoins de la communauté) : 7 % des ménages n'avaient pas accès à la radio ou à la télévision. - Non-rétablissement de l'électricité chez 36 (32 %) des ménages (20 ménages avaient des génératrices; 12 ménages, aucune source d'électricité); parmi ces 36 ménages, 35 vivaient en zones rurales et 14 (/36) étaient sans téléphone. - Commentaire : Les expositions et les intoxications au CO sont les préoccupations sanitaires les plus dramatiques après une tempête de verglas.

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Hartling L, Brison RJ & Pickett W (1998). Cluster of Unintentional Carbon Monoxide Poisonings Presenting to the Emergency Departments in Kingston, Ontario during 'Ice Storm 98'. <i>Canadian Journal of Public Health</i> 89(6) : 388-390.	- Aléas étudiés : tempête de verglas, Canada, 1998. - Population étudiée : patients présentés aux urgences des hôpitaux Kingston Général et Hôtel Dieu (Ontario) pour intoxication au CO.	- Étude descriptive. - Période étudiée : 7 janvier 1998 à midi au 19 janvier à 14 h. - Sources de données : - <i>Canadian Hospital Injury Reporting and Prevention Program (CHIRPP) system</i>; - dossiers médicaux.	7-19 janvier 1998 : 22 cas d'intoxication au CO provenant de 11 incidents d'exposition. - Âge médian : 47 ans (interquartiles variant de 28 à 67 ans). 17 cas traités à l'hôpital entre 4 à 6 jours après le début de la tempête (nombre de jours non précisé pour 5 cas). - Des 22 cas : - 19 cas traités et libérés de l'hôpital; - 1 cas hospitalisé pour infarctus du myocarde (complication de l'intoxication); - 2 cas transférés dans des chambres hyperbares. - Sources d'exposition : - 13 – groupes électrogènes au gaz; - 5 – barbecue au charbon de bois; - 2 – barbecue au propane; - 2 – chauffage au kérosène.
Levy AR, Bensimon DR, Mayo NE & Leighton HG (1998). Inclement Weather and the Risk of Hip Fracture. <i>Epidemiology</i> 9(2) : 172-177.	- Aléas étudiés : neige, pluie verglaçante, Canada, 1982-1992. - Population étudiée : patients âgés de 50 ans et plus avec un diagnostic principal de fracture du col fémoral (CIM-9, code 820) de 28 hôpitaux de soins aigus de Montréal.	- Étude à visée étiologique. - Période étudiée : 1^{er} avril 1982-31 mars 1992. - Sources de données : - base de données des sorties d'hôpital; - Environnement Canada. - Définition : calcul de l'indice de météo inclémente avec huit catégories de conditions météorologiques par combinaison de la température et du type de précipitations.	1^{er} avril 1982-31 mars 1992 : 18 455 personnes libérées des hôpitaux de Montréal avec un diagnostic de fractures de la hanche, dont 77 % étaient des femmes (hommes : 23 %). - Modèle saisonnier de la survenue de fracture de hanche (<i>Edwards' method</i>) : - modèle cyclique avec un pic annuel à la mi-décembre chez les femmes (343 °), ratio « <i>peak-to-trough</i> » = 1,2; - un modèle cyclique avec un pic annuel à la première semaine de janvier chez les hommes (5 °), ratio « <i>peak-to-trough</i> » = 1,4; - modèle cyclique moins prononcé chez les femmes que les hommes. - Analyse (sans ajustement pour la météo) du risque proportionnel (RP) de fracture de la hanche associée à l'hiver (régression de Poisson) : - l'hiver (p/r été), ↑ significative du RP de fracture de hanche chez les femmes de 50-64 ans (RP = 1,6; IC_{95%} : 1,4-1,8), mais non significatif chez les femmes de 65 ans ou plus (RP = 1,1; IC_{95%} : non précisé); - l'hiver (p/r été), ↑ significative du RP de fracture de hanche chez les hommes de 65-74 ans (RP = 1,4; IC_{95%} : 1,2-1,6), mais non significatif chez les hommes de 75 ans ou plus (RP = 1,2; IC_{95%} : non précisé).

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Levy AR, Bensimon DR, Mayo NE & Leighton HG (1998) (suite)		- Saisons : - hiver, de décembre à mars; - été, de juin à septembre; - le modèle saisonnier de la fracture de la hanche est évalué par « Edwards' method » et le pic annuel est mesuré en degrés (janvier correspond à 0°).	- Analyse ajustée du risque proportionnel de fracture de la hanche (chez tous les groupes d'âge) associé à l'indice de météo inclémente et à la saison (régression de Poisson) : - dans un contexte où la température maximale (T° max.) < -5 °C, mais sans pluie ou neige (p/r T° max > 5 °C, sans pluie ou neige), ↑ significative du RP de fracture de hanche chez les femmes (RP = 1,13; IC_{95%} : 1,02-1,25; non significative chez les hommes : RP = 1,00; IC_{95%} : 0,83-1,20); - dans un contexte où la T° max. < -5 °C, mais avec pluie ou neige (p/r T° max > 5 °C, sans pluie ou neige), ↑ non significative du RP de fracture de hanche chez les femmes (RP = 1,07; IC_{95%} : 0,98-1,17) comme chez les hommes (RP = 1,16; IC_{95%} : 0,99-1,35); - dans un contexte avec précipitations verglaçantes (p/r T° max > 5 °C, sans pluie ou neige), ↑ significative du RP de fracture de la hanche chez les femmes (RP = 1,14; IC_{95%} : 1,04-1,24) et les hommes (RP = 1,36; IC_{95%} : 1,17-1,58); - l'hiver (p/r été), ↑ significative du RP de fracture de hanche chez les hommes (RP : 1,12; IC_{95%} : 1,00-1,26), mais non significative chez les femmes (RP = 1,05; IC_{95%} : 0,99-1,12). - Chez les femmes, analyse ajustée du risque proportionnel de fracture de la hanche associée à l'indice de météo inclémente et à la saison (régression de Poisson) : - dans un contexte où la T° max. < -5 °C, mais sans pluie ou neige (p/r T° max > 5 °C, sans pluie ou neige), ↑ significative du RP de fracture de hanche chez les femmes de 50 à 64 ans (RP = 1,45; IC_{95%} : 1,06-1,98); - dans un contexte où la T° max. < -5 °C, mais sans pluie ou neige (p/r T° max > 5 °C, avec pluie ou neige), ↑ significative du RP de fracture de hanche chez les femmes de 50 à 64 ans (RP = 1,61; IC_{95%} : 1,23-2,11); - dans un contexte de pluies verglaçantes (p/r T° max > 5 °C, avec pluie ou neige), ↑ significative du RP de fracture de hanche chez les femmes de 50 de 64 ans (RP = 2,00; IC_{95%} : 1,54-2,59); - dans un contexte où la T° max. < -5 °C, mais sans pluie ou neige (p/r T° max > 5 °C, sans pluie ou neige), ↑ significative du RP de fracture de hanche chez les femmes de 80 à 84 ans (RP = 1,24; IC_{95%} : 1,01-1,51).

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Levy AR, Bensimon DR, Mayo NE & Leighton HG (1998) (suite)			- Chez les hommes, analyse ajustée du risque proportionnel de fracture de la hanche associé à l'indice de météo inclémente et à la saison (régression de Poisson) : - lors de pluies verglaçantes ($p/r T^{\circ} \max > 5^{\circ}C$, avec pluie ou neige), $\uparrow$ significative du RP de fracture de hanche chez les hommes de 50 à 64 ans (RP = 1,59; IC_{95%} : 1,15-2,19), chez ceux de 65 à 74 ans (RP = 1,46; IC_{95%} : 1,09-1,96) et chez ceux de 80 à 84 ans (RP = 1,48; IC_{95%} : 1,04-2,10). - Commentaires : - La pluie verglaçante est associée à un risque élevé de fracture de la hanche. - Certaines variables météorologiques (comme le vent) n'ont pas été mesurées. - Possibilité de biais dû à la nature écologique de l'étude pour l'exposition.
Smith RW & Nelson DR. (1998). Fractures and Other Injuries From Falls After an Ice Storm. American Journal Of Emergency Medicine. 16(1) : 52-55.	- Aléas étudiés : verglas, États-Unis, 1994. - Population étudiée : patients du département des urgences de l'hôpital Méthodiste d'Indiana.	- Étude à visée étiologique. - Période étudiée : 8-16 février 1994. - Source de données : - dossiers des patients du département des urgences; - National Weather Service.	8 février 1994 : - Tempête hivernale (neige fondante et pluie verglaçante), Indianapolis. 8-16 février 1994 : 259 blessés (327 blessures liées aux chutes sur la glace), dont le plus grand nombre de blessures a été observé les sixième et septième jours après la tempête. - Des 259 blessés : 160 femmes d'âge moyen de 42,6 ans ($\pm 1,7$) et 99 hommes d'âge moyen de 41,3 ans ($\pm 2,3$). 91 blessés avec fractures, dont : 52,7 % avec des fractures de l'extrémité supérieure et 37 % de l'extrémité inférieure (autres fractures : 10 %). - Type de blessures : dos (15 %); cheville (13 %); poignet (11 %); tête (10 %); hanche (9 %); épaule (8 %); coude (7 %) (autres blessures : 28 %). - Analyses évaluant la relation entre le risque de fracture selon l'âge et le sexe (régression logistique, rapports de cote non rapportés dans l'article) : - avec l'avancement en âge (variable continue), $\uparrow$ de la cote : des fractures tous types confondus ($p = 0,0001$); des fractures de la hanche ($p = 0,0001$), des extrémités supérieures ($p = 0,007$), des extrémités inférieures ($p = 0,02$);

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Smith RW & Nelson DR. (1998) (suite)			- association significative entre le genre féminin et le risque de fracture : de la cheville ($p = 0,02$), de l'extrémité supérieure ($p = 0,01$); - p/r à tous types de fractures, le risque de fracture de la cheville est plus élevé chez les jeunes (âge moyen = 40,8 ans; $p = 0,04$); celui de la hanche, plus élevé chez les aînés (âge moyen = 74,1 ans; $p = 0,001$). • Commentaires : - Une seule source de données. Possibilité de sous-estimation des blessures. - D'autres facteurs pouvant contribuer aux chutes sur la glace (la luminosité, le type de chaussures, etc.) n'ont pas été pris en compte dans l'étude. - Les taux élevés de fractures de cheville observés dans cette étude (p/r à d'autres études) peuvent être liés aux glissements sur des surfaces glacées.
Wrenn K & Conners GP (1997). Carbon monoxide poisoning during ice storms: a tale of two cities. The journal of Emergency Medicine 15(04) : 465-467.	• Aléas étudiés : tempêtes de verglas, États-Unis, 1991 et 1994. • Population étudiée : patients avec un diagnostic d'intoxication au CO à la sortie de deux départements d'urgence, Rochester (New York) et Nashville (Tennessee).	• Étude descriptive. • Périodes étudiées : - mars 1991 – Rochester; - février 1994 – Nashville. • Sources de données : - dossiers médicaux.	Mars 1991, à Rochester, tempêtes de verglas avec pannes électriques : • 55 patients – intoxications au CO, dont 54 libérés des urgences et un transféré pour thérapie hyperbare d'oxygène. • Chez les 55 patients : 31 ans (± 20 ans) d'âge moyen; 47 % hommes (femmes : 53 %); 57 % blancs (noirs : 39 %; hispaniques : 4 %); 98 % aisance en anglais (type d'aisance non précisé). • Sources d'intoxication au CO : 67 % groupe électrogène au gaz; 11 % radiateur/cuisinière au propane/kérosène (barbecue : 5 %; grille au gaz : 6 %; cheminée : 6 %; feux de maison : 5 %). Février 1994, Nashville, tempête de verglas avec panne électrique : • 13 patients – intoxications au CO, dont 8 hospitalisés (5/8 ont reçu la thérapie hyperbare d'oxygène). • Chez les 13 patients, 30 ans (± 18) d'âge moyen; 46 % hommes (femmes : 54 %); 54 % asiatiques (noirs : 31 %; blancs : 15 %); 62 % aisance en anglais. • Sources d'intoxication au CO : 46 % barbecue; 31 % groupe électrogène au gaz; 23 % radiateur/cuisinière au propane/kérosène. • Commentaire : Une seule source de données non représentatives de chacune des villes.

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Jacobsen SJ, Sargent DJ, Atkinson EJ, O'Fallon WM & Melton LJ (1995). Population-based study of Contribution of Weather to Hip Fracture Seasonality. American Journal of Epidemiology 141(1)79-83.	- Aléas étudiés : neige, pluie verglaçante, États-Unis, 1952-1989. - Population étudiée : résidentes de Rochester (Minnesota) âgées de 45 ans et plus et ayant eu une fracture proximale du fémur.	- Étude à visée étiologique. - Ajustement direct des taux avec la distribution d'âge (10 ans) de la population blanche américaine de 1970. - Sources de données : - Rochester Epidemiology Project; - dossiers médicaux; - National Weather Service.	1^{er} janvier 1952 - 31 décembre 1989 : 1147 femmes ont eu leur première fracture cervicale ou trochantérique du fémur liée à une chute, soit un taux d'incidence ajusté pour l'âge de 0,8/100 000 personnes-jours (p.-j). - Taux d'incidence bruts : 0 à 1,6/100 000 p.-j chez les femmes de < 75 ans (selon la date du calendrier); 0 à 12,8/100 000 p.-j chez les ≥ 75 ans (selon la date du calendrier). - Modèle saisonnier apparent chez les 2 groupes d'âge, mais plus prononcé chez les < 75 ans : 0,41/100 000 p.-j chez les < 75 ans en hiver (p/r à 0,29/100 000 p.-j en été); 4,01/100 000 p.-j chez les ≥ 75 ans en hiver (p/r à 3,48 /100 000 p.-j en été). - Analyses bivariées (régression de Poisson) évaluant le risque relatif (RR) de fracture cervicale ou trochantérique du fémur associé à la météo ou à la saison : - lorsqu'il neige (p/r conditions normales), ↑ significative du RR de fracture chez les femmes de < 75 ans (RR = 1,41; IC_{95%} : 1,10-1,81), mais non significative chez celles de ≥ 75 ans (RR = 1,13; IC_{95%} : 0,96-1,32); - lorsqu'il y a de la bruine ou de la pluie verglaçante (p/r conditions normales), ↑ significative du RR de fracture chez les femmes de < 75 ans (RR = âge < 75 ans : significatif, 1,82(IC_{95%} : 1,27-2,62)), mais non significative chez les ≥ 75 ans (RR = 1,00; IC_{95%} : 0,74-1,35); - l'hiver (p/r l'été), ↑ significative du RR de fracture chez les femmes de < 75 ans (RR = 1,44; IC_{95%} : 1,06-1,96), mais non significative chez les ≥ 75 ans (RR = 1,16; IC_{95%} : 0,96-1,40). - Analyse multivariée (régression de Poisson) évaluant le risque relatif de fracture associée à une variable météo (ajustement avec d'autres facteurs météo) : - lorsqu'il neige (p/r conditions normales), ↑ non significative du RR de fracture chez les femmes de < 75 ans (RR = 1,27; IC_{95%} : 0,98-1,66) et chez les ≥ 75 ans (RR = 1,11; IC_{95%} : 0,93-1,32); - lorsqu'il y a de la bruine ou de la pluie verglaçante (p/r conditions normales), ↑ significative du RR de fracture chez les femmes de < 75 ans (RR = 1,63; IC_{95%} : 1,09-2,45; non significative chez les ≥ 75 ans : RR = 0,95; IC_{95%} : 0,70-1,29).

Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations verglaçantes (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Jacobsen SJ, Sargent DJ, Atkinson EJ, O'Fallon WM & Melton LJ (1995) (suite)			• Analyse multivariée (régression de Poisson) évaluant le risque relatif de fracture (ajustement simultané pour météo et la saison) : - lorsqu'il neige (p/r conditions normales), ↑ non significative du RR de fracture chez les femmes de < 75 ans (RR = 1,22; IC_{95%} : 0,91-1,63) et chez les ≥ 75 ans (RR = 1,01; IC_{95%} : 0,84-1,22); - lorsqu'il y a de la bruine ou de la pluie verglaçante (p/r conditions normales), ↑ significative du RR de fracture chez les femmes de < 75 ans (RR = 1,60; IC_{95%} : 1,06-2,41; non significative chez les ≥ 75 ans : RR = 0,89; IC_{95%} : 0,65-1,21); - l'hiver (p/r l'été), ↑ non significative du RR de fracture chez les < 75 ans (RR = 1,16; IC_{95%} : 0,81-1,65) et les ≥ 75 ans (RR = 1,15; IC_{95%} : 0,93-1,43). • Commentaire : Étude de type écologique, les associations observées peuvent être liées à un facteur confondant inconnu.

2.2.2 Conclusions générales sur les précipitations hivernales autres que verglaçantes

Les conclusions générales suivantes émergent des études nous ayant permis de documenter les effets et indicateurs sanitaires des précipitations hivernales autres que verglaçantes (tableau 3).

2.2.2.1 *Les premières chutes de neige représentent des conditions routières particulièrement à risque d'accidents fatals, surtout pour les aînés, mais aussi pour les 30 à 50 ans*

Une étude réalisée aux États-Unis de 1975 à 2000 a indiqué une augmentation du risque d'accidents mortels de 14 % (ratio du taux d'incidence, RTI = 1,14; IC_{95%} : 1,08-1,21) lors des premières chutes de neige l'hiver, relativement aux chutes survenant plus tard en saison (Eisenberg et Warner, 2005).

Stratifié selon l'âge, ce risque était plus élevé chez les conducteurs de 65 ans et plus (RTI = 1,34; IC_{95%} : 1,23-1,50), suivi des conducteurs de 30 à 50 ans (RTI = 1,12; IC_{95%} : 1,04-1,19), puis des moins de 18 ans (RTI = 1,11; IC_{95%} : 0,94-1,34).

Au sujet des aînés, deux hypothèses ont été émises par les chercheurs (Eisenberg et Warner, 2005). La première hypothèse suggère que ces conducteurs modifient leur conduite automobile au cours de la saison hivernale et non dès la première chute de neige, alors que la deuxième propose que les aînés n'adaptent pas aussi rapidement que leurs cadets leurs comportements d'automobilistes au début de l'hiver.

De fait, les conducteurs âgés sont victimes d'un « rétrécissement perceptif » les poussant à concentrer toute leur attention sur ce qui se déroule devant eux dans des situations complexes de conduite (comme, à notre avis, une première chute de neige), négligeant du coup ce qui se passe sur le côté ou derrière leur véhicule (Hamann, 2007; Lavallière et collab., 2007 – données non rapportées dans les tableaux). Contrairement aux jeunes conducteurs, les aînés n'adaptent pas leur façon d'observer leur environnement selon les contextes de conduite, mais adopteraient plutôt une conduite plus stéréotypée (Lavallière et collab., 2007).

Quant aux personnes de 30 à 50 ans, elles seraient en moyenne plus à risque d'accidents lorsqu'il neige que les autres groupes d'âges, en raison de leur plus grande exposition due à leurs obligations quotidiennes (p. ex. : travail), et ce, tout le long de l'hiver (Eisenberg et Warner, 2005).

2.2.2.2 *En moyenne, les précipitations de neige semblent contribuer au risque d'accidents non mortels; leurs conséquences sur le risque d'accidents mortels demeurent toutefois à explorer*

L'étude d'Eisenberg et Warner (2005), réalisée aux États-Unis de 1975 à 2000, a montré que le taux d'accidents provoquant des blessures non mortelles a augmenté de 23 % (RTI = 1,23, IC_{95%} = 1,18-1,29) lorsqu'il neigeait, alors que le taux d'accidents mortels avait diminué de 7 % (RTI = 0,93, IC_{95%} = 0,90-0,97). Sur cette base, nous pourrions être portés à

suggérer, tout comme les chercheurs de cette étude l'ont fait, que les conducteurs ajustaient leur mode de conduite lorsqu'il neigeait, réduisant ainsi l'ampleur des conséquences de collisions le cas échéant.

D'ailleurs, Eisenberg (2004) avait déjà rapporté une hausse du risque d'accidents non mortels avec blessures de 3,6 % pour une augmentation de un centimètre de neige (1990-1999, 17 États américains) dans une étude précédente. Par contre, contrairement à l'étude de 2005, il y avait documenté non pas une réduction du taux d'accidents mortels, mais une hausse significative de 0,90 % pour une augmentation de un centimètre de neige (1975-2000, 48 États américains).

Cette différence entre les deux études peut sembler sans grande conséquence, notamment parce que les messages d'intérêt public visent la réduction de tous les impacts sanitaires liés aux traumatismes routiers, qu'ils soient mortels ou non. Pour notre part, nous la considérons toutefois importante, ne serait-ce que pour les deux raisons suivantes. D'abord, aux fins de prévention, car les résultats de l'étude de 2004 suggéreraient que les automobilistes n'adaptent pas vraiment leur conduite automobile lorsqu'il neige. Ensuite, aux fins de surveillance, puisque la diminution du risque d'accidents mortels était basée sur des données mensuelles (Eisenberg et Warner, 2005), alors que son augmentation avait été estimée à l'aide de données quotidiennes (Eisenberg, 2004), lesquelles expriment peut-être mieux le type de relation entre les précipitations de neige et le risque d'accidents.

2.2.2.3 La relation entre les précipitations de neige et le risque d'accidents de la route mortels ne serait pas linéaire, mais en forme de « U »

Aux États-Unis, Eisenberg (2004) a mis en lumière que la relation entre le risque d'accidents mortels sur la route et les quantités de précipitations de 1975 à 2000 suivait une courbe en « U », plutôt qu'une droite. Cela signifie que les taux d'accidents mortels augmentent en fonction de la quantité de précipitations jusqu'à une valeur maximale avec des précipitations modérées, puis diminuent à mesure que la quantité de précipitations augmente. Selon Eisenberg (2004), cette observation s'explique sans doute par la réduction du volume de la circulation quand il neige beaucoup.

2.2.2.4 La relation entre l'intensité de neige et le risque d'accidents de la route reste à éclaircir

Diverses études ont rapporté une association positive entre l'intensité des précipitations de neige et le risque d'accidents de la route tous types confondus (Andrey et collab., 2003a; Eisenberg et Warner, 2005; Khattak et Knapp, 2001; Qiu et Nixon, 2008).

À titre d'exemple, citons l'étude de Khattak et Knapp (2001) réalisée aux États-Unis. On y rapporte notamment que chaque augmentation d'une unité d'intensité de la neige au-dessus de 1,06 cm par heure haussait le nombre d'accidents de la route par un facteur de trois au cours des périodes 1995-1996, 1996-1997 et 1997-1998. Kattak et Knapp (2001) en concluent que la réduction de la visibilité associée aux précipitations de neige d'intensité élevée rendrait la conduite plus difficile, ce qui amènerait les conducteurs à faire des erreurs de jugement. Or, cette observation de Kattak et Knapp (2001) pourrait être discutable,

comme en témoigne l'étude canadienne d'Andrey (2010), dans laquelle l'intensité de neige à été mesurée à l'aide d'une variable en catégories et les conséquences sanitaires des accidents départagées selon qu'elles sont mortelles ou non.

Selon Andrey (2010), on observe une augmentation du risque relatif (RR) de blessures minimales et mineures ($RR_{0,39 \text{ à } 2 \text{ mm en } 6 \text{ h}} : 1,64$; $RR_{2,01 \text{ à } 10 \text{ mm en } 6 \text{ h}} : 2,31$) et de blessures majeures et fatales ($RR_{0,39 \text{ à } 2 \text{ mm en } 6 \text{ h}} : 1,45$; $RR_{2,01 \text{ à } 10 \text{ mm en } 6 \text{ h}} : 1,62$) lorsqu'il tombe jusqu'à 10 mm de neige en six heures (p/r aux conditions saisonnières sèches), puis une diminution ou une stabilisation lorsqu'il neige davantage (blessures minimales et mineures : $RR_{> 10 \text{ mm en } 6 \text{ h}} : 1,88$; majeures et fatales : $RR_{> 10 \text{ mm en } 6 \text{ h}} : 1,60$).

À notre avis, l'étude du type de relation (en ligne droite, en J ou en U) entre l'intensité des précipitations de neige et les traumatismes routiers serait importante à éclaircir, notamment aux fins de prédiction des traumatismes routiers l'hiver dans un contexte de variabilité climatique.

2.2.2.5 Les précipitations hivernales occasionnent davantage d'accidents de la route le weekend qu'en semaine

À Ottawa, de 1990 à 1998, le risque relatif d'accidents de la route le weekend, l'hiver, était 1,77 fois plus élevé ($IC_{95\%} : 1,60-1,96$) dans un contexte de précipitations que dans un contexte sans précipitations, risque qui serait supérieur à celui observé en semaine ($RR = 1,30$; $IC_{95\%} : 1,21-1,38$) sur la base des intervalles de confiance (Andrey et collab., 2003b).

Cette différence n'est pas discutée par les auteurs de l'étude. Selon nous, il est toutefois possible que davantage d'automobilistes occasionnels circulent du vendredi au dimanche, alors que ce serait surtout les automobilistes réguliers (dont les travailleurs) qui occuperaient les routes en semaine. Or, les automobilistes occasionnels pourraient avoir moins développé ou perdu leurs habiletés à conduire lors de conditions inclementes que les automobilistes réguliers. Les premiers pourraient également être plus âgés, en moyenne, que les seconds. D'autres études sont nécessaires pour éclaircir ces propos.

2.2.2.6 Outre les accidents de la route, le pelletage peut aussi avoir des conséquences majeures sur la santé cardiaque lorsqu'il neige

Les auteurs d'une étude réalisée au Michigan (États-Unis), à la suite de deux tempêtes de neige majeures en 1999 et en 2000 ont rapporté 36 morts subites d'origine cardiaque attribuables au pelletage de neige (Chowdhury et collab., 2003).

De même, à New York (États-Unis), les patients diagnostiqués d'un infarctus du myocarde ou d'une angine de poitrine lors du blizzard de 1996 avaient majoritairement le pelletage de neige comme facteur contribuant (Blindauer et collab., 1999).

Enfin, en Nouvelle-Angleterre (États-Unis), Spitalnic et collaborateurs (1996) ont observé une augmentation de 27 % du taux quotidien de présentation d'arrêt cardiaque aux urgences lorsqu'il neigeait (p/r à s'il ne neigeait pas), notamment en raison du pelletage.

De fait, durant le pelletage de neige, l'activité cardiaque et la pression sanguine systolique peuvent atteindre des niveaux extrêmement élevés (Franklin et collab., 1995). Or, de telles réponses du système cardiovasculaire peuvent entraîner une ischémie cardiaque silencieuse ou symptomatique (Hoberg et collab., 1990) et des arythmies ventriculaires menaçantes, surtout dans des environnements froids (Scherlag et collab., 1990).

Ceci étant dit, d'autres facteurs doivent aussi être considérés lors de l'étude de la relation entre le pelletage de neige et ses conséquences sur le système cardiaque, comme le stress et l'anxiété associés aux précipitations (Spitalnic et collab., 1996).

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Andrey J (2010). Long-term trends in weather-related crash risks. <i>Journal of transport Geography</i> 18(2) : 247-258.	- Aléas étudiés : précipitations, dont la neige, en Ontario (ON), au Québec (QC), en Nouvelle-Écosse (NE) et au Nouveau-Brunswick (NB), Canada, 1984-2002. - Population étudiée : accidentés de la route à Toronto, Brampton, London, Sudbury Ottawa (ON), Gatineau, Montréal, Chicoutimi et Jonquière (QC), Moncton (NB), Halifax et Dartmouth (NE).	- Étude à visée étiologique. - Sources de données : - Environnement Canada; <i>Transport Canada's national collision database</i> (TRAID). - Définitions : - un événement est défini comme une période de 6 heures (h) avec précipitation de neige ($\geq 0,4$ millimètres, équivalent de précipitation liquide), pendant laquelle une précipitation est observée sur ≥ 3 observations en une heure; - une période contrôle est caractérisée par aucune précipitation, une bonne visibilité et une absence des conditions météorologiques de glace sur la route; - impacts santé : minimal (sans traitement), mineur (traitement sans hospitalisation), majeur (hospitalisation), fatal.	1984-2002 : 15 704 paires d'événements-contrôles (pluies : 11 291; neige : 4 413), dont 94 % avec blessures minimales ou mineures (majeures ou fatales : 6 %). 73 825 collisions avec accidentés. 67 150 accidentés lors de précipitations (événement) et 38 406 lors de conditions saisonnières normales (contrôle), soit une $\uparrow$ du risque de blessures de 75 % (RR : 1,75) en moyenne lors de précipitations (RR_{pluie} : 1,72; RR_{neige} : 1,87). $\downarrow$ du taux absolu d'accidentés par 10 millions véhicules kilomètres parcourus (10^7 v-km), passant de 14,7 en 1984 à 7,3 en 2002. - Lorsqu'il neige (p/r aux conditions saisonnières sèches; 8 villes et toutes les heures de la journée considérées) : $\uparrow$ du risque de blesser et de décéder (RR = 1,87); $\uparrow$ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 1,89); $\uparrow$ du risque de blessures majeures et mortelles (RR = 1,52). - Lorsqu'il neige (p/r aux conditions saisonnières sèches; 8 villes et toutes les heures de la journée considérées) : $\uparrow$ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 1,64) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,45) avec de 0,39 à 2 mm de neige en 6 h; $\uparrow$ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 2,31) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,62) avec de 2,01 à 10 mm de neige en 6 h; $\uparrow$ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 1,88) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,60) avec > 10 mm de neige en 6 h. - Lorsqu'il neige (p/r aux conditions saisonnières sèches; 8 villes), $\uparrow$ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 1,44) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,50) le matin; $\uparrow$ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 1,72) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,70) l'après-midi; $\uparrow$ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 2,09) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,42) le soir;

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Andrey J (2010) (suite)			- ↑ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 2,27) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,32) la nuit. • Lorsqu'il neige (p/r aux conditions saisonnières sèches; toutes les heures de la journée considérées) : - ↑ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 2,17) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,82) pour Toronto et Brampton; - ↑ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 1,67) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,28) pour Montréal; - ↑ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 1,97) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,47) pour Ottawa et Gatineau; - ↑ du risque de blessures minimales et mineures (RR = 1,66) et de blessures majeures et mortelles (RR = 1,52) pour les 5 villes de taille moyenne. • Commentaires : - Le risque relatif de blessures majeures et mortelles associées à la neige est moins élevé que celui de blessures mineures – toutefois, l'augmentation du risque en fonction de l'intensité de la neige n'est pas claire, selon Andrey. - Aucune tendance perceptible du risque relatif de blessures associées aux accidents pendant les précipitations de neige de 1984 à 2002.
Qiu L & Nixon WA (2008). Effects of Adverse Weather on Traffic Crashes. Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board 2055: 139-146.	• Aléas étudiés : paramètres météorologiques dont la neige, États-Unis, Canada, Royaume-Uni, 1967-2005. • Population étudiée : Américains, Canadiens et Anglais ayant eu un accident de la route.	• Étude descriptive. • Sources de données : - trente-quatre études ayant évalué l'association entre les facteurs météorologiques et la sécurité routière.	• Risques d'accidents (décès, ou blessures, ou dommages matériels seulement) lorsqu'il neige (p/r aux conditions normales) : - ↑ significative de 84 % (IC_{95%} : 68-99) du taux d'accidents; - ↑ significative de 75 % (IC_{95%} : 54-96) du taux de blessures liées aux accidents; - ↑ de 9 % (IC_{95%} : non précisé dans l'article) du taux d'accidents mortels. • Risques d'accidents (décès, ou blessures, ou dommages matériels seulement) lorsqu'il neige de façon abondante (p/r aux conditions normales) : - ↑ significative de 420 % (IC_{95%} : 350-490) du taux de blessures liées aux accidents; - ↑ significative de 100 % du risque d'accidents avec de forts vents; - ↑ du risque d'accidents avec augmentation de l'intensité de la neige (données non présentées dans l'article).

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Qiu L & Nixon WA (2008) (suite)			• Variation temporelle du taux d'accidents (mortels, entraînant des blessures et dommages matériels) lorsqu'il neige (p/r aux conditions normales) : - ↑ significative de 113 % (IC_{95%} : 77-146) du taux d'accidents de 1950 à 1979, de 71 % (IC_{95%} : 71-72) de 1980 à 1989 et de 47 % (IC_{95%} : 33-62) de 1990 à 2005. • Taux associés à la neige au Canada (Ca), aux États-Unis (É.-U.) et au Royaume-Uni (R.-U.) de 1967-2005 : - blessures associées aux accidents : Ca : 79 % (IC_{95%} : 61-96); É.-U. : 45 % (IC_{95%} : non précisé); R.-U. 50 % (IC_{95%} : non précisé); - accidents : Ca : 85 % (IC_{95%} : 69-100); É.-U. : 73 % (IC_{95%} : 72-73); R.-U. : 100 %. • Commentaire : Métaanalyse quantitative.
Southern DA, Knudtson M & Ghali WA (2006). Myocardial infarction on snow days: Incidence, procedure use and outcomes. Can Journal of Cardiology 22(01): 5-61.	• Aléas étudiés : neige, Canada, 1996-1998. • Population étudiée : patients ayant subi un infarctus du myocarde, Alberta.	• Étude à visée étiologique. • Sources de données : - registre de sorties d'hôpitaux (Calgary Health Region); - données d'urgence (Alberta Provincial Project for Outcomes Assessment in Coronary Heart Disease); - Environnement Canada.	1^{er} janvier 1996-31 décembre 1998 (excluant les mois de juin à septembre) : • 2 280 admissions pour infarctus du myocarde, dont 234 admissions en 61 jours de neige et 2 045 en 575 jours sans neige. • Rapport de densité d'incidence (jours avec neige p/r jours sans neige) de l'infarctus du myocarde : 1,08; (IC_{95%} : 0,82-3,10). • Recours aux interventions (% jours avec neige p/r % jours sans neige) : - 27,8 % p/r 24,5 % ($p = 0,28$) – cathétérisation directe; - 16,7 % p/r 15,8 % ($p = 0,74$) – interventions coronariennes percutanées directes. • Mortalité intrahospitalière (% jours avec neige p/r % jours sans neige) : - 6,4 % p/r 8,2 % ($p = 0,37$). • Rapports de cote (jours avec neige p/r jours sans neige) ajustés pour l'âge, le sexe et des caractéristiques médicales (insuffisance rénale aiguë, cancer, maladie vasculaire cérébrale, insuffisance cardiaque congestive, insuffisance rénale chronique, diabète, œdème pulmonaire, dysrythmie cardiaque et choccardiogénique) : - 1,18 fois plus de cathétérisation directe, mais non significatif (IC_{95%} : 0,87-1,60);

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Southern DA, Knudtson M & Ghali WA (2006) (suite)		• Définition : les jours de neige ont été définis comme étant ceux où il était tombé au moins 5 cm de neige, auxquels les deux jours suivants ont été ajoutés en raison de l'influence persistante du « désordre urbain » causé par une chute de neige importante.	- 1,07 fois plus d'interventions coronariennes percutanées directes, mais relation non significative (IC_{95%} : 0,74-1,54); - près de deux fois moins de mortalité intrahospitalière (1/RC ajusté = 0,54), mais relation non significative (IC_{95%} : 0,28-1,04). • Commentaire : L'étude n'a pas tenu compte des tempêtes de neige majeures.
Eisenberg D & Warner KE (2005). Effects of Snowfalls on Motor Vehicle Collisions, Injuries, and Fatalities. American Journal of Public Health 95(1) : 120-124.	• Aléas étudiés : neige, États-Unis, 1975-2000. • Population étudiée : - accidentés mortellement de 48 États (sauf Hawaï, Alaska et District de Columbia) de 1975-2000; - accidentés non mortellement de 17 États de 1990-1999.	• Étude à visée étiologique. • Sources de données : - <i>Fatal Accident Reporting System</i> (FARS); - <i>National Highway Traffic Safety Administration</i> (NHTSA)'s <i>State Data System</i>; - <i>National Climatic Data Center's Cooperative Summary of the Day</i> (TD3200) Database.	• Analyses bivariées : - les premiers jours de neige (p/r aux autres jours de neige en saison), ↑ significative du taux d'accidents mortels (rapport de taux d'incidence, RTI = 1,30; IC_{95%} : 1,21-1,38) et du taux d'accidents non mortels avec blessures (RTI = 1,13; IC_{95%} : 1,05-1,21); - les jours de neige sans compter les premiers jours (p/r aux jours sans précipitations), ↓ significative du taux d'accidents mortels (RTI = 0,84; IC_{95%} : 0,83-0,85), mais ↑ significative du taux d'accidents non mortels avec blessures (RTI = 1,24; IC_{95%} : 1,22-1,26). • Analyses multivariées (régression binomiale négative) ajustées pour divers facteurs potentiellement confondants (p. ex. : temps écoulé depuis les dernières précipitations, survenue de la pluie pendant les jours de neige, l'État, l'année et les effets fixes du mois) : - les premiers jours de neige (p/r aux autres jours de neige en saison), ↑ significative du taux d'accidents mortels (RTI = 1,14; IC_{95%} = 1,08-1,21), mais relation non significative pour les taux d'accidents non mortels avec blessures (RTI = 1,04; IC_{95%} = 0,98-1,11); - les jours de neige sans compter les premiers jours (p/r aux jours sans précipitations), ↓ significative du taux d'accidents mortels (RTI = 0,93; IC_{95%} = 0,90-0,97), mais ↑ significative du taux d'accidents non mortels avec blessures (RTI = 1,23; IC_{95%} = 1,18-1,29). • Comparativement aux dernières précipitations de neige : - ↑ significative du taux d'accidents mortels lors de la première précipitation de neige de la saison (RTI = 1,17; IC_{95%} = 1,11-1,24), de même que lors des deuxième (RTI = 1,11; IC_{95%} = 1,05-1,17) et troisième précipitations (RTI = 1,10; IC_{95%} = 1,04-1,17).

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Eisenberg D & Warner KE (2005) (suite)		• Définitions : - jours de neige sont des jours avec > 0,5 cm de neige; - premier jour de neige est le premier jour (dans l'État) avec > 0,5 cm de neige après une période de 100 jours sans aucun « jour de neige ».	• Les premières précipitations de neige sont associées à plus d'accidents mortels pour tous les niveaux d'intensité de neige, sauf pour le niveau d'intensité très forte (p/r aux autres jours avec neige de même intensité) : - ↑ significative du taux d'accidents mortels avec les premières précipitations de neige d'intensité légère (0 à 1 cm) (RTI = 1,13; IC_{95%} = 1,06-1,21), d'intensité moyenne (1 à 4 cm) (RTI = 1,19; IC_{95%} = 1,10-1,29), d'intensité forte (4 à 8 cm) (RTI = 1,11; IC_{95%} = 0,92-1,35), mais ↑ non significative du taux d'accidents mortels avec les 1^{res} précipitations d'intensité très forte (4 cm et +) (RTI = 1,25; IC_{95%} = 0,93-1,69). • Analyse multivariée (régression binomiale négative) du risque d'accidents associé aux précipitations de neige en fonction de l'âge : - les premiers jours de neige (p/r aux autres jours de neige en saison), ↑ significative du taux accidents mortels chez les conducteurs de ≥ 65 ans (RTI = 1,34; IC_{95%} = 1,23-1,50) et chez ceux de 30 à 50 ans (RTI = 1,12; IC_{95%} = 1,04-1,19), mais non significative chez ceux de < 18 ans (RTI = 1,11; IC_{95%} = 0,94-1,34); - les jours de neige sans compter les premiers jours (p/r aux jours sans précipitations), ↓ du taux d'accidents mortels chez les personnes de ≥ 65 ans et < 18 ans, mais ↑ du taux d'accidents mortels chez les personnes de 30 à 50 ans (données non présentées dans l'article). • Commentaires : - Possibilité de sous-estimation des accidents (surtout les accidents non mortels) dans des conditions de neige. - La fréquence et les habitudes de conduite n'ont pas été prises en compte dans les analyses et peuvent s'avérer importantes pour expliquer ces différences.
Eisenberg D (2004). The mixed effects of precipitation on traffic Crashes. Accident Analysis & Prevention 36 : 637-647.	• Aléas étudiés : précipitations, dont la neige, États-Unis.	• Étude à visée étiologique. • Sources de données : - National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA);	• Analyses (régression binomiale négative) des taux mensuels d'accidents selon des variables météorologiques mensuelles en continu ($p < 0,05$) : - ↓ significative du taux mensuel d'accidents mortels (1975-2000, 48 États) de 3,73 % pour une hausse des précipitations totales tous types confondus (pluie, neige, etc.) de 10 cm au cours du mois et ↓ significative de 6,2 % selon une épaisseur moyenne de neige au sol de 10 cm au cours du mois, mais ↓ non significative du taux mensuel d'accidents mortels (0,60 %) pour une quantité mensuelle de neige de 10 cm;

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Eisenberg D (2004) (suite)	• Population étudiée : - accidentés mortellement de 48 États (sauf Hawaï, Alaska et DC) de 1975-2000; - accidentés non mortellement de 17 États de 1990-1999.	- <i>Fatal Accident Reporting System</i> (FARS); - <i>State Data System</i> (SDS); - <i>National Climatic Data Center's Cooperative Summary of the Day (TD3200) Database</i>.	- ↓ significative du taux mensuel d'accidents non mortels avec blessures (1990-1999, 17 États) de 2,5 % des précipitations totales tous types confondus (pluie, neige, etc.) de 10 cm au cours du mois et ↓ significative de 1,5 % selon une épaisseur moyenne de neige au sol de 10 cm au cours du mois, mais ↑ significative de 1,4 % pour une quantité mensuelle de neige de 10 cm; - autrement dit, lorsqu'on considère les données sur une base mensuelle, on observe une ↓ significative des taux d'accidents mortels et des taux d'accidents non mortels avec blessures selon les précipitations totales (tous types confondus) et selon l'épaisseur de neige au sol. Toutefois, pour la quantité de neige, seule l'augmentation du taux d'accidents non mortels est significative. • Analyses (régression binomiale négative) des taux quotidiens d'accidents selon des variables météorologiques quotidiennes en continu ($p < 0,05$) : - ↑ significative du taux quotidien d'accidents mortels (1975-2000, 48 États) de 1,15 % pour une hausse des précipitations totales tous types confondus (pluie, neige, etc.) de 1 cm au cours de la journée et ↑ significative de 0,90 % pour une quantité de neige de 1 cm, mais ↓ significative de 0,84 % pour une épaisseur moyenne de neige au sol de 1 cm; - ↑ significative du taux quotidien d'accidents non mortels avec blessures (1990-1999, 17 États) de 11,4 % pour une hausse des précipitations totales tous types confondus (pluie, neige, etc.) de 1 cm au cours de la journée et ↑ significative de 3,6 % pour une quantité de neige de 1 cm, mais ↓ non significative (0,01 %) pour une épaisseur moyenne de neige au sol de 1 cm; - autrement dit, lorsqu'on considère les données sur une base quotidienne plutôt que mensuelle (ajustant ainsi pour les jours sans précipitation), on observe une ↑ significative des taux d'accidents mortels et des taux d'accidents non mortels avec blessures à la fois selon les précipitations totales (tous types confondus) et selon les précipitations de neige seulement. De plus, l'épaisseur de neige au sol est maintenant associée significativement, mais ne l'est plus avec le taux d'accidents non mortels avec blessures.

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Eisenberg D (2004) (suite)			• Analyse (régression binomiale négative) des taux quotidiens d'accidents selon des variables météorologiques en catégories ($p < 0,05$) : - ↓ significative du taux d'accidents mortels (1975-2000, 48 États) pour des précipitations totales tous types confondus (pluie, neige, etc.) de 0 à < 0,5 cm ($\beta = -0,0114$), mais ↑ significative avec des précipitations de 2 à < 5 cm ($\beta = 0,0351$) et de ≥ 5 cm ($\beta = 0,1066$); - ↑ significative du taux d'accidents mortels (1975-2000, 48 États) avec une quantité de neige de 0,5 à 5 cm ($\beta = 0,0743$) et de 1 à 10 cm ($\beta = 0,1076$), mais ↓ significative avec une quantité de neige ≥ 5 cm ($\beta = -0,2377$); - ↓ significative du taux d'accidents mortels (1975-2000, 48 États) avec une épaisseur de neige au sol de 0,5 à 10 cm ($\beta = -0,0915$), de 1 à 20 cm ($\beta = -0,1613$) de 2 à 50 cm ($\beta = -0,2698$) et de ≥ 5 cm ($\beta = -0,4083$); - ↑ significative du taux d'accidents non mortels avec blessures (1990-1999, 17 États) des précipitations totales tous types confondus (pluie, neige, etc.) de 0 à < 0,5 cm ($\beta = 0,0652$), de 0,5 à 1 cm ($\beta = 0,1648$), de 1 cm à 2 cm ($\beta = 0,2213$), de 2 cm à 5 cm ($\beta = 0,2759$) et de ≥ 5 cm ($\beta = 0,2819$); - ↑ significative du taux d'accidents non mortels avec blessures (1990-1999, 17 États) avec des quantités de neige de 0 à 1 cm ($\beta = 0,0717$), de 0,5 à 5 cm ($\beta = 0,1978$), de 1 à 10 cm ($\beta = 0,2435$) et de 2 à 20 cm ($\beta = 0,2415$); - pas d'association significative entre le taux d'accidents non mortels avec blessures (1990-1999, 17 États) et la profondeur de la neige; - autrement dit, l'utilisation de variables météo en catégories met en lumière qu'à partir de certaines quantités de neige ou de précipitations totales (tous types confondus) on observe davantage d'accidents mortels (neige : < 5 cm; précipitations totales > 2 cm), alors que le risque d'accidents non mortels avec blessures augmente davantage de façon continue, et qu'une épaisseur de neige au sol ≥ 5 cm ne préviendrait que les accidents mortels.

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Eisenberg D (2004) (suite)			• Analyse (régression binomiale négative) selon la période de délai : - ↓ significative du taux quotidien d'accidents mortels de 3,06 % le lendemain d'une journée avec 1 cm de précipitations (tous types confondus), mais ↑ significative de 1,83 % avec 1 cm de précipitation le même jour que l'accident (de 1975 à 2000, 48 États); - ↑ significative de 1,56 % du taux quotidien d'accidents mortels le lendemain d'une journée au cours de laquelle est tombée 1 cm de neige, et de 1,14 % avec 1 cm de neige le même jour que l'accident (de 1975 à 2000, 48 États); - lorsqu'il y a eu des précipitations la veille et le jour même de l'accident, ↑ non significative ($\beta = 0,0037$) du taux d'accidents mortels (de 1975 à 2000, 48 États), mais ↑ significative ($\beta = 0,0965$) du taux d'accidents non mortels avec blessures (de 1990 à 1999, 17 États). - autrement dit, deux jours de suite de précipitations ou de neige peuvent influencer différemment les taux d'accidents mortels et les taux d'accidents non mortels avec blessures. • Commentaire : Pour diminuer le risque d'accidents, Eisenberg suggère d'installer des panneaux électroniques sur les routes afin d'avertir les conducteurs lors des conditions routières les plus dangereuses.
Andrey J, Mills B, Leahy M & Suggett J (2003a). Weather as a Chronic Hazard for Road Transportation in Canadian Cities. <i>Natural Hazards</i> 28 : 319-343.	• Aléas étudiés : précipitations, dont la neige, Ottawa, région de Waterloo, Hamilton, Régina, Halifax-Dartmouth et ville de Québec, Canada, 1995-1998. • Population étudiée : accidentés de la route.	• Étude à visée étiologique. • Sources de données : - Meteorological Service of Canada (MSC); - <i>National collision database</i>, TRAID3 (Transport Canada).	• RR de collisions et de blessures (6 villes combinées, scénario 9) : - ↑ du risque de collision de 73 % (ville de Québec : ↑ de 20 %) lorsqu'il neige p/r aux conditions saisonnières normales; - et ↑ du risque de blessures de 47 % (ville de Québec : ↓ de 6 %) lorsqu'il neige p/r aux conditions saisonnières normales. • Caractéristiques (%) des collisions pendant la neige p/r aux conditions saisonnières normales (6 villes considérées) : - les collisions survenant lorsqu'il neige impliquent plus souvent un seul véhicule ($p = 0,000$), se produisent plus souvent en milieu rural ($p = 0,000$), à des endroits sans contrôle de la circulation ($p = 0,000$), sur des routes où l'on peut rouler à 60 km/h ou plus ($p = 0,000$) et concernent plus souvent la manœuvre de virage que la conduite normale ($p = 0,000$). • RR de collisions et de blessures (3 villes : Halifax-Dartmouth, Ottawa et Régina) :

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Andrey J, Mills B, Leahy M & Suggett J (2003a) (suite)		• Définitions : - événement de neige défini par des précipitations de neige, incluant le verglas; - précipitations de pluie et de neige sont classées comme des événements de neige; - neuf scénarios sont définis par des périodes de précipitations et leurs périodes contrôles (excluant les jours fériés).	- de 1,55 (scénario 6) à 1,89 (scénario 1) fois plus de collisions et de 1,36 (scénario 6) à 1,52 (scénario 1) fois plus de blessures lorsqu'il y a des précipitations (pluie et neige) p/r aux conditions saisonnières normales; • de 1,94 (scénario 9) à 2,53 (scénario 1) fois plus de collisions et de 1,53 (scénario 10) à 1,84 (scénario 1) fois plus de blessures lorsqu'il y a de la neige p/r aux conditions saisonnières normales. • RR de collisions et de blessures associées selon diverses intensités (trois villes : Halifax-Dartmouth, Ottawa et Regina; scénario 3) : - 4,39 fois plus de risque de collisions lors des 3 premières précipitations de neige de la saison p/r aux conditions saisonnières normales; - 3,76 fois plus de risque de collisions et 1,74 fois plus de risque de blessures lorsqu'il tombe ≥ 3 cm de neige en 6 heures p/r aux conditions saisonnières normales; - 2,42 fois plus de risque de collisions et 2,26 fois plus de risque de blessures lorsqu'il tombe < 3 cm de neige en 6 heures p/r aux conditions saisonnières normales; - 1,71 fois plus de risque de collisions et 1,38 fois plus de risque de blessures avec une précipitation mélangée de pluie et de neige p/r aux conditions saisonnières normales. • Commentaires : - Le risque de collisions associé à la neige est élevé et augmente en fonction de son intensité. - Le risque de blessures est moins élevé que celui de collisions et n'augmente pas selon l'intensité de la neige; selon les chercheurs, cela suggère que les conducteurs ajusteraient leur conduite automobile lorsqu'il neige beaucoup.

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Andrey J. Mills B & Vandermolen J (2003b). A Temporal Analysis of Weather- related Collision Risk for Ottawa, Canada : 1990- 1998. Presented at 82 nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.	- Aléas étudiés : précipitations de neige et de verglas, Ottawa, Canada, 1990-1998. - Population étudiée : accidentés de la route.	- Étude à visée étiologique. - Sources de données : - Meteorological Service of Canada (MSC); <i>National collision database</i>, TRAID3 (Transport Canada). - Définitions : - précipitation hivernale définie par des précipitations de neige et de verglas avec ou sans pluie; - critères de définitions des précipitations hivernales : ≥ 0,2 mm de précipitation liquide ou 0,2 cm de précipitation verglacante; ≥ une observation de précipitations par heure dans une période de 6 h, - congelés non statutaires; - critères de définitions des conditions hivernales normales (période contrôle) : - aucune précipitation durant la période et 6 h avant, - visibilité ≥ 0,5 km, - aucun brouillard, - congelés non statutaires.	- De 1990-1998, 303 paires événements-contrôles des collisions; moyenne de 16,3 dans un contexte avec précipitations hivernales p/r à 11,1 sans précipitation. - De 1995-1998, 128 paires événements-contrôles des blessures; moyenne de 4,2 dans un contexte avec précipitations hivernales p/r à 3,4 sans précipitation. - Dans un contexte hivernal avec précipitations p/r des conditions hivernales normales (RR, $p < 0,05$) : 1,47 fois plus de collisions (IC_{95%} : 1,41-1,54); 1,77 fois plus (IC_{95%} : 1,60-1,96) de collisions le week-end, 1,30 fois plus (IC_{95%} : 1,21-1,38) du lundi au jeudi; 1,49 fois plus (IC_{95%} : 1,28-1,74) de collisions de nuit, 1,30 fois plus (IC_{95%} non calculés) de jour (jour et nuit : RR = 1,48; IC_{95%} : 1,26- 1,74); 1,21 fois plus de blessures (IC_{95%} : 1,07-1,37); 2,24 fois plus de blessures de jour (IC_{95%} non rapporté dans l'article), mais aucune différence significative de nuit (RR = 1,23; IC_{95%} : 0,81- 1,89; nuit et jour : RR = 1,17; IC_{95%} : 0,75-1,83); - aucune différence significative selon le moment dans la semaine (week-end : RR = 1,13; IC_{95%} : 0,83-1,54; lundi au jeudi : RR = 1,07; IC_{95%} : 0,89-1,29). - Variations saisonnières de la survenue des collisions ou des blessures en hiver : 1,76 fois plus de risque de collisions en novembre et décembre (IC_{95%} : 1,62-1,92) et 1,37 fois plus (IC_{95%} : 1,30-1,44) de janvier à avril; - différence non significative pour les blessures (données non présentées dans l'article). - Commentaire : Biais saisonnier avec fréquence élevée des collisions et des blessures en hiver, probablement lié à différents facteurs comme les changements de volumes et de modèles de circulation routière et les changements de la fréquence et du type de précipitations.

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Chowdhury PS, Franklin BA, Boura JA & al. (2003). Sudden Cardiac Death After Manual or Automated Snow Removal. <i>American Journal of Cardiology</i> 92 : 833-835.	- Aléas étudiés : neige, États-Unis, 1999 et 2000. - Population étudiée : personnes décédées subitement d'un arrêt cardiaque (DCS) secondaire à une maladie cardiovasculaire athéroscléreuse, trois comtés (Wayne, Oakland et Macomb) de l'État du Michigan.	- Étude descriptive. - Période étudiée : - les semaines avant, pendant et après deux tempêtes de neige majeures (2 janvier 1999 et 11 décembre 2000) - Sources de données - dossiers des <i>Medical Examiners' Offices</i>; - National Weather Service (NWS).	- Durant la période de l'étude : 271 personnes sont décédées subitement d'un arrêt cardiaque (DCS) secondaire à une maladie cardiovasculaire, dont 27 % avant les tempêtes de neige, 37,6 % pendant les tempêtes et 35,4 % après; - des 271 DCS, 43 (16 %) liés à l'effort et 228 (84 %) non liés à l'effort; - des 43 DCS liés à l'effort : 2 avant les tempêtes, 24 pendant, 17 après; 36/43 (33 hommes et 3 femmes) lors du pelletage (non précisé : 7); - des 36 DCS attribuables au pelletage, un est survenu avant la tempête, 22 pendant, 13 après; 4/36 lors de pelletage automatisé, 32 de pelletage manuel. - Comparaison des 43 DCS liés à l'effort p/r aux 228 non liés : % plus élevé d'hommes parmi les DCS liés à l'effort (93 % p/r 63 %); - les DCS liés à l'effort moins âgés en moyenne (64 ans $\pm$ 13 p/r 69 ans $\pm$ 14). - Commentaire : Une seule source de données; la consultation des dossiers médicaux des sujets en plus des rapports du coroner aurait permis d'avoir des renseignements sur l'histoire médicale des sujets plutôt que sur seulement des facteurs de risque cardiaque.
Pipas L, Schaefer N & Brown LH (2002). Falls From Rooftops after Heavy Snowfalls: The Risks of Snow Clearing Activities. <i>American Journal of Emergency Medicine</i> 20(7) : 635-667.	- Aléas étudiés : neige, États-Unis, 1993-1996. - Population étudiée : patients adultes présentés pour blessures aux urgences du centre régional de traumatismes de niveau I, région centre de New York.	- Étude descriptive. - Sources de données : - dossiers du centre régional de traumatismes de niveau I; - dossiers médicaux des patients; - National Weather Service (NWS).	De janvier 1993-décembre 1996 : 59 patients présentés aux urgences pour des blessures liées aux chutes du haut « d'un immeuble ou d'une autre structure (code E882) », « d'une échelle ou d'un échafaud (code E881) » et « d'un niveau à un autre (code E884.9) ». 14/59 à la suite du pelletage d'un toit (2 ont pelleté < 30 cm; 12 ont pelleté > 30 cm, dont 9 ont été hospitalisés et 4 ont subi une intervention chirurgicale), soit 3 fractures vertébrales, 3 fractures de l'extrémité supérieure, 3 fractures de l'extrémité inférieure, 3 blessures à la tête, 2 lacérations, 1 blessure abdominale, 1 blessure thoracique, 1 entorse. 45/59 à d'autres activités que le pelletage (dont 2 après une quantité de neige > 30 cm). - Commentaires : - Échantillon de convenance des patients d'un seul centre de traumatismes. - Utilisation des données du NWS au lieu d'utiliser les mesures directes de neige sur le lieu de la blessure à cause du caractère rétrospectif de l'étude.

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Bhattacharyya T & Millham FH (2001). Relationship between Weather and Seasonal Factors and Trauma Admission Volume at a Level I Trauma Center. <i>Journal of Trauma, Injury, Infection, and Critical Care</i> 51 : 118-122.	- Aléas étudiés : neige, États-Unis, 1992-1998. - Population étudiée : Patients du centre de traumatismes de niveau I du centre médical de Boston.	- Étude à visée étiologique. - Sources de données : - registre des traumatismes du Centre Médical de Boston; <i>National Weather Service Website</i>.	1^{er} septembre 1992- 31 août 1998 : 9 408 admissions pour traumatisme, soit 4,29 admissions par jour. - Analyse de corrélation entre le volume total d'admissions pour traumatismes et les variables météorologiques : ↑ du volume total d'admissions selon ↑ de la température maximale ($T^{\circ} \text{ max.}$; $r = 0,2207$, $p < 0,0001$), mais ↓ du nombre d'admissions selon ↑ de la neige ($r = -0,0616$, $p = 0,0020$) et selon ↑ de la pluie ($r = -0,0857$; $p = 0,0001$). - Lorsqu'il pleut $\geq 2,5$ cm : ↓ significative de 10 % du nombre total d'admissions pour traumatismes ($p < 0,0001$) et ↓ significative de 15 % du nombre d'admissions pour traumatismes pénétrants ($p < 0,01$), mais ↑ non significative de 1 % du nombre d'accidents de véhicules. - Lorsqu'il neige : ↓ de 1,28 % du nombre total d'admissions pour traumatismes de décembre à avril ($p < 0,05$); ↓ de 13 % du nombre total d'admissions pour traumatismes lorsqu'il y a ≥ 5 cm de neige ($p < 0,05$). - Lorsqu'il fait très humide (humidité maximale ≥ 90 %) : ↓ de 11 % du nombre total d'admissions pour traumatismes ($p < 0,001$). - Prédiction du nombre total d'admissions pour traumatismes en fonction des variables météo (régression linéaire; en analyse multivariée ajustée pour les mois de l'année et les jours de la semaine) : - la $T^{\circ} \text{ max.}$ ($\beta = 0,00194$, $p = 0,0001$) et la pluie ($\beta = -0,000513$, $p = 0,0001$) ont prédit le nombre total d'admissions pour traumatismes. - Commentaire : Données d'un seul centre médical.
Khattak AJ & Knapp KK (2001). Snow Event Effects on Interstate Highway Crashes. <i>Journal of Cold Regions Engineering</i> 15(4) : 219-229.	- Aléas étudiés : neige, États-Unis, 1995-1996, 1996-1997 et 1997-1998. - Population étudiée : utilisateurs d'une section d'autoroute de l'Iowa.	- Étude à visée étiologique. - Périodes étudiées : - saisons hivernales des périodes précitées.	- Durant la période étudiée : 108 accidents de circulation pour 54 événements de neige, soit 2 accidents par événement; 35 accidents de circulation pour 54 périodes sans neige, soit 0,65 accident par événement. - Taux d'accidents lorsqu'il neige, p/r lorsqu'il ne neige pas : ↑ significative du taux d'accidents de 1 329 % lorsqu'il neige (RR-1), pour un taux de 5,86 accidents par 10^6 v-km – lorsqu'il neige p/r 0,41 accidents par 10^6 v-km quand il ne neige pas.

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Khattak AJ & Knapp KK (2001) (suite)		• Sources de données : - Iowa Roadway Weather System(RWIS)/Iowa Department of Agriculture and Land Stewardship; - National Weather Service (NWS); - Accident Location and analysis system (ALAS); - Automatic traffic recorder (ATR) system. • Définitions : - événement de neige = durée de 4 h ou plus et intensité $\geq 0,50$ cm/h; - taux d'accidents = fréquence des accidents par million de véhicules kilomètres parcourus (10^6 v - km).	• Analyse multivariée (régression de Poisson), comparaison lorsqu'il neige p/r lorsqu'il ne neige pas : - $\uparrow$ significative de la fréquence des accidents selon - o l'augmentation de la durée de la neige ($\beta = 0,234$, $p < 0,05$), - o l'augmentation de l'intensité (durée et quantité) de la neige ($\beta = 1,50$, $p < 0,05$; une augmentation d'une unité d'intensité de la neige au-dessus de 1,06 cm/h haussait le nombre d'accidents par un facteur de trois); - o une augmentation des vitesses maximale et minimale moyennes des vents durant la neige ($\beta = 0,312$, $p < 0,05$); - o et, selon le débit de circulation durant la neige ($\beta = 0,685$, $p < 0,05$); - $\downarrow$ significative de la fréquence des accidents selon l'augmentation de la quantité de neige ($\beta = -0,878$, $p < 0,10$). • Commentaires : Il n'y a pas d'analyse de la sévérité des accidents, ni de leurs conséquences sur la santé humaine. Dans la présente revue de la littérature, l'article n'a été conservé qu'en raison de l'originalité des variables étudiées.
Blindauer KM, Rubin C, Morse DL & McGeehin M (1999). The 1996 New York Blizzard: Impact on Noninjury Emergency Visits. Am J Emerg Med 17 : 23-27.	• Aléas étudiés : blizzard, États-Unis, 1996. • Population étudiée : résidents (tous âges) du comté de Suffolk ayant visité les urgences, New York.	• Étude à visée étiologique. • Périodes étudiées : - dimanche à jeudi du 7-11 janvier (semaine du blizzard); - dimanche à jeudi du 21-25 janvier (période de comparaison).	7-11 janvier 1996 : • Blizzard, Comté de Suffolk, New York. • $\downarrow$ de 124 visites aux urgences pendant la période étudiée ($n_{7-11 \text{ janvier}} = 4\,457$; $n_{21-25 \text{ janvier}} = 4\,581$). • $\uparrow$ du nombre de conditions médicales sélectionnées pendant la période étudiée ($n_{7-11 \text{ janvier}} = 143$; $n_{21-25 \text{ janvier}} = 113$). • Lors du blizzard (7-11 janvier p/r au 21-25 janvier) : - moins de visites à l'urgence pour asthme/bronchospasme (44,8 % p/r 68,1 %, $p = 0,002$), mais plus de visites, pour angine, ou infarctus du myocarde (IM), ou IM suspecté (29,4 % p/r 4,4 %, $p < 0,0001$);

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Blindauer KM, Rubin C, Morse DL & McGeehin M (1999) (suite)		• Conditions médicales sélectionnées : - hypothermie, gelures, intoxication au monoxyde de carbone (CO), infarctus du myocarde angine, asthme, maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC), problèmes sociaux et comportementaux (surdose de médicaments, tentative de suicide, alcool). • Sources de données : - dossiers des urgences de 12 hôpitaux.	- associations non significatives pour : exposition suspectée au CO (3,5 % p/r 1,8 %, $p = 0,47$), MPOC (2,8 % p/r 3,5 %, $p = 0,73$), problèmes sociaux ou comportementaux (18,9 % p/r 21,2 %, $p = 0,64$), hypothermie (0,7 % p/r 0,9 %, $p > 0,999$). • Chez les patients avec diagnostic d'asthme ($n_{7-11 \text{ janvier}} = 64$; $n_{21-25 \text{ janvier}} = 77$) : - % d'hommes plus élevé lors du blizzard (51,6 % p/r 42,9 %); - % de patients âgés de 0-39 ans (76,6 % p/r 67,5 %) plus élevé lors du blizzard, mais moins élevé pour les autres groupes d'âge (40-79 ans : 23,4 % p/r 31,2 %; ≥ 80 ans : 0 % p/r 1,3 %); - % de patients avec maladies respiratoires chroniques préexistantes (information disponible pour 62/64) plus élevé lors du blizzard (96,8 % p/r 90,9 %); - % de patients admis à l'hôpital moins élevé lors du blizzard (6,3 % p/r 14,3 %). • Chez les patients avec diagnostic d'angine ou d'IM ou d'IM suspecté ($n_{7-11 \text{ janvier}} = 42$; $n_{21-25 \text{ janvier}} = 5$) : - % d'hommes plus élevé lors du blizzard (69 % p/r 20 %); - % de patients âgés de 0-39 ans (11,9 % p/r 20 %) moins élevé lors du blizzard, mais plus élevé pour les autres groupes d'âge (40-79 ans : 83,3 % p/r 80 %; ≥ 80 ans : 4,8 % p/r 0 %); - % de patients avec maladies cardiaques chroniques préexistantes (information disponible pour 37/42) plus élevé lors du blizzard (51,4 % p/r 20 %); - % de patients admis à l'hôpital plus élevé lors du blizzard (83,3 % p/r 20 %); - % de patients avec diagnostic d'angine ou d'IM ou d'IM suspecté attribuable à des activités liées au froid ou à la neige plus élevé lors du blizzard (57,1 % p/r 0 %), activités essentiellement liées au pelletage (87,5 %). • Le pelletage – une cause d'angine ou d'IM ou d'IM suspecté associée : - aux patients de 56,6 ans d'âge moyen; - à 62,1 % des hommes ayant eu une angine ($n = 29$); - à 31,6 % des patients avec maladies cardiaques préexistantes ($n = 19$); - à 54,3 % des personnes admises à l'hôpital ($n = 35$). • Commentaire : Interprétation des résultats avec prudence, car possibilité de biais de sélection.

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Andreescu MP & Frost DB (1998). Weather and traffic accidents in Montreal, Canada. Climate Research 9 : 225-230.	- Aléas étudiés : précipitations dont la neige, île de Montréal, Canada, 1990-1992. - Population étudiée : accidentés de la route.	- Étude à visée étiologique. - Source de données : - Société de l'assurance automobile du Québec (SAAQ); - ministère des Transports du Québec; - Atmospheric Environment Service (Environnement Canada).	- Pics du nombre d'accidents associés à la pluie et/ou à la neige, pics observés en octobre 1990 et en janvier 1991 et 1992. - Analyse de corrélation entre le nombre quotidien d'accidents et les conditions climatiques, 1990-1992 ($p < 0,05$) : ↑ significative du nombre d'accidents avec ↑ de précipitations de neige ($r = 0,48$); ↓ significative du nombre d'accidents avec ↑ de la température moyenne quotidienne ($r = -0,29$). - Analyse de corrélation entre le nombre quotidien d'accidents et les conditions climatiques, 1990, 1991 et 1992 ($p < 0,05$) : ↑ significative du nombre d'accidents avec ↑ des précipitations de neige en 1990 ($r = 0,64$), 1991 ($r = 0,46$) et 1992 ($r = 0,39$); ↓ significative du nombre d'accidents avec ↑ de la température moyenne quotidienne en 1991 ($r = -0,23$) et en 1992 ($r = -0,36$; corrélation non significative en 1990); - corrélation entre le nombre d'accidents et les précipitations de neige avec la température moyenne quotidienne en 1992 ($r = 0,58$; corrélations non significatives en 1990 et en 1991). - Analyse de corrélation entre le nombre quotidien d'accidents et les conditions climatiques (à l'échelle mensuelle) : - corrélation positive entre le nombre d'accidents et la quantité de neige tard en hiver et tôt au printemps (résultats non présentés dans l'article); - corrélation négative entre le nombre d'accidents et la température moyenne quotidienne en hiver (résultats non présentés dans l'article). - Nombres moyens additionnels d'accidents associés à la neige p/r aux jours sans précipitations en 1990, 1991 et 1992 : ↑ du nombre d'accidents passant de +26 en 1990 à +35 en 1991 et +42 en 1992. - Commentaire : La température semble davantage un facteur modifiant les conditions d'accidents qu'un facteur causal.

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Bjornstig U, Bjornstig J & Dahlgren A (1997). Slipping on Ice and Snow-Elderly Women and Young are typical victims. <i>Accid Anal and Prev</i> 29(2) : 211-215.	- Aléas étudiés : neige et verglas, Suède. - Population étudiée : patients blessés (tous âges) par glissade sur la glace ou la neige à l'extérieur (hospitalisés et non hospitalisés) de l'hôpital universitaire du nord de la Suède (Umeå).	- Étude descriptive. - Sources de données : - dossiers médicaux; - dossiers de prestation d'assurance maladie; - questionnaire auprès des patients; - collecte de données sur un an.	- Durant la période de l'étude : 415 personnes traitées pour blessures soit un taux de blessures de 3,5 par 1 000 habitants – 253 femmes (4,2/1 000) et 162 hommes (2,8/1 000); - chez les ≥ 50 ans : 8,0/1000 – femmes, 4,0/1000 – hommes; chez les < 50 ans : 2,5/1000 – femmes, 2,2/1000 – hommes; 207/415 (48 %) traités pour des fractures, soit un taux de 1,7/1 000; 76 % (n = 415) traités pour blessures dans les 24 h (de 1 à 4 jours après la blessure : 22 % : ≥ 5 j après : 2 %); 18 % (n = 415) des personnes ont été hospitalisés (772 jours d'hospitalisations ou 10 jours/personne); - activités lors de la blessure (n = 415) : 85 % en marchant (en courant : 3,0 %; lors d'activités comme le nettoyage de la neige : 3,5 %; en retirant ou en poussant quelque chose : 3,0 %; activité non précisée : 4,8 %). - Distribution des blessures au fil du temps : - les blessures se produisent le plus souvent en hiver (de novembre à avril); 78 % (n = 237) plus de femmes que d'hommes (n = 133) blessés du lundi au samedi (nombres équivalents les dimanches – nombres non rapportés dans l'article). - Commentaire : Période de l'étude non précisée par les chercheurs.
Brown B & Baass K (1997). Seasonal Variation in Frequencies and Rates of Highway Accidents as Function of Severity. <i>Transportation Research Record</i> 1581 : 59-65.	- Aléas étudiés : hiver, Canada, 1989-1992. - Population étudiée : accidentés des autoroutes numérotées de la Montérégie.	- Étude à visée étiologique. - Sources de données : - Société de l'assurance automobile du Québec; - ministère des Transports du Québec. - Définition : hiver = période de 4 mois allant de décembre à mars.	1989-1992 : 44 021 accidents de circulation (valeur corrigée par les données de la localisation des autoroutes numérotées). - Des 44 021 accidents : 430 accidents mortels; 2 155, avec blessures sévères; 9 990, avec blessures mineures; 31 446, avec dommages matériels seulement. - Taux d'accidents (par 10⁸ véhicules kilomètres parcourus) varient selon le mois et la sévérité de l'impact : - de 0,93 (le plus faible) à 1,77 (le plus élevé) pour les accidents mortels (taux de décès variant de 1,05 à 1,90 – un même accident peut contribuer à plus d'un décès); - de 5,41 à 7,34 pour les accidents avec blessures sévères (taux de blessures sévères variant de 7,14 à 9,71 – un même accident peut contribuer à plus d'une blessure sévère);

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Brown B & Baass K (1997) (suite)			- de 23,11 à 34,94, avec blessures mineures (taux mineurs variant de 36,42 à 54,46 – un même accident peut contribuer à plus d'une blessure mineure); - de 67,78 à 152,78, avec dommages matériels seulement. • Distribution des nombres bruts et des taux d'accidents par mois : - ↑ des nombres bruts et des taux d'accidents ayant provoqué des dommages matériels les mois d'hiver (décembre à mars), mais ↓ les autres mois de l'année; - ↓ des nombres bruts et des taux de décès liés aux accidents les mois d'hiver; comparativement aux autres mois de l'année excepté le mois de mai (le plus faible taux); - ↓ des nombres bruts et des taux de blessures sévères en janvier, février et mars, mais ↑ en décembre (taux plus élevé que le nombre brut); - ↑ des nombres bruts de blessures mineures en juin, juillet et août, mais ↓ des taux; - ↑ des taux de blessures mineures en décembre, janvier et février, mais ↓ des nombres bruts. • Distribution du nombre et du taux d'accidents en hiver : - ↑ des nombres bruts et des taux d'accidents ayant provoqué des dommages matériels; - ↓ des nombres bruts et des taux de blessures mortelles et de blessures sévères; - ↓ des nombres bruts de blessures mineures, mais ↑ du taux de blessures mineures. • Coefficient de corrélation de Spearman comparant les taux mensuels de victimes ou d'accidents par dommages en fonction de la sévérité : - dans les deux cas (taux de victimes et taux d'accidents), les coefficients de corrélation sont positifs quand des niveaux de sévérité similaires pour les victimes (p. ex. : décès p/r à des blessures sévères impliquant l'hospitalisation des victimes) ou les accidents (p. ex. : accident fatal p/r à un accident jugé sévère par la police et nécessitant l'hospitalisation selon elle) sont comparés entre eux;

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Brown B & Baass K (1997) (suite)			- toutefois, quand les niveaux de sévérité diffèrent d'au moins un point sur une échelle de quatre points (p. ex. : accident fatal p/r à des dommages matériels seulement), toutes les corrélations deviennent négatives et plus cette différence augmente, plus la valeur de la corrélation négative s'élève; - selon les chercheurs, cela suggère que les conditions associées aux décès diffèrent davantage des conditions associées aux accidents mineurs et souligne l'importance de stratifier les analyses selon la sévérité des blessures dans les études portant sur la sécurité routière sur les autoroutes. • Commentaire : L'hiver est associé à l'augmentation des accidents qui provoquent des dommages matériels et des blessures mineures, mais à la diminution des accidents mortels ou qui provoquent des blessures sévères. Les explications de cette conclusion ne sont pas présentées clairement par les chercheurs.
Houck PM & Hampson NB (1997). Epidemic carbon monoxide poisoning following a winter storm. The journal of Emergency Medicine 15(04): 469-473.	• Aléas étudiés : tempêtes hivernales (non précisées), États-Unis, 1993. • Population étudiée : patients traités pour intoxication au CO dans les départements d'urgence de 4 comtés (Snohomish, King, Pierce et Thurston), région ouest de l'État de Washington	• Étude descriptive. • Période étudiée : 20-23 janvier 1993. • Sources de données : - dossiers électroniques des hôpitaux; - dossiers médicaux.	• Urgences, 20-23 janvier 1993 : - 81 patients pour intoxication au CO, dont 57 % – traitement par masque d'oxygène, 43 % – traitement d'oxygène hyperbare, 10 % – hospitalisés; - 26 ans d'âge moyen (< 1-87 ans); - 49/81 (61 %) – femmes; - 40/81 (49 %) – blancs non hispaniques; - 41/81 (51 %) – minorité ethnique (31 % d'Asiatiques, 16 % d'hispaniques, 1 % de noirs et 3 % du Moyen-Orient non précisé), dont 27/41 ne parlaient pas anglais (13 asiatiques, 12 hispaniques et 2 non précisés); - sources d'intoxication : 40 cas – briquettes de charbon de bois; 26 cas – groupe électrogène à essence; 6 cas – groupe électrogène/radiateur au propane; 4 cas – cuisinière à charbon de bois/propane; 3 cas – lanterne au propane; 1 cas – radiateur/cuisinière au propane; 1 cas – automobile. • Distribution des deux principales sources d'intoxication, soit les briquettes de charbon de bois (44 cas) et le groupe électrogène (32 cas) – selon l'ethnie :

Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations hivernales autres que le verglas (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Houck PM & Hampson NB (1997) (suite)			- 40 des 44 cas intoxiqués avec briquettes de charbon de bois parmi des minorités ethniques, soit 25 Asiatiques, 12 hispaniques, 1 noir, 2 Moyen-Orient non précisé (4/44 : blancs non hispaniques); - les 32 cas intoxiqués avec groupe électrogène chez les blancs non hispaniques. • Commentaire : Selon les chercheurs, il est important de produire les messages de prévention dans la langue des groupes à risque ou autrement à l'aide de pictogrammes.
Spitalnic SJ, Jagminas L & Cox J (1996). An association Between Snowfall and ED Presentation of Cardiac Arrest. American Journal of Emergency Medicine 14 : 572-573.	• Aléas étudiés : neige, États-Unis, 1991-1994. • Population étudiée : patients du Département des urgences de la Nouvelle-Angleterre avec des codes diagnostiques d'arrêt cardiaque, de douleur à la poitrine, d'infarctus du myocarde ou de l'arythmie.	• Étude à visée étiologique. • Période étudiée : octobre à mai, de 1991 à 1994. • Sources de données : - dossiers informatisés des urgences; - National Climatic Data Center. • Définitions : - traces de neige : < 0,25 cm; - accumulation : > 0,25 cm.	1991-1994 : • 460 arrêts cardiaques, soit un taux moyen d'arrêt cardiaque de 0,63/jour. • Taux d'arrêt cardiaque : - ↑ significative de 0,16 (27 %) du taux d'arrêts cardiaques par jour ($p = 0,0004$; $IC_{95\%} : 0,08-0,24$) attribuable à la neige (taux_{neige} : 0,76/jour; taux_{sans neige} : 0,60/jour); - différence non significative entre le taux durant les jours avec trace de neige et le taux lors de jours avec accumulation de neige (taux_{trace} : 0,79/jour; taux_{accumulation} : 0,76/jour; $p = 0,40$). • Commentaire : Une seule source de données.

3 AVALANCHES

3.1 GÉNÉRALITÉS

Une avalanche est une masse de neige et de glace qui dévale soudainement les pentes d'une montagne en emportant de la terre, des pierres et des débris (Environnement Canada, 2005).

Il existe deux types d'avalanches (Environnement Canada, 2005). Le premier type regroupe les avalanches de neige poudreuse, non cohésive. Le deuxième type concerne les avalanches de plaques, habituellement sèches et dévalant des pentes d'une inclinaison de 25 à 40 degrés. Les avalanches de plaques sont les plus fréquentes et les plus dangereuses.

Outre le degré de la pente, divers facteurs environnementaux peuvent influencer la probabilité d'avalanches. Ces facteurs comprennent l'épaisseur et la densité de la plaque de neige, le type de terrain, la quantité d'arbres sur la pente, mais aussi le niveau d'exposition au soleil, les chutes de neige, la température, le degré d'humidité, la vitesse et la direction du vent (Environnement Canada, 2005). Une nouvelle chute de neige constitue d'ailleurs une cause importante d'avalanches, surtout lorsque cette chute s'accompagne de vents violents et d'un changement rapide de température.

En terminant, relevons l'importance des activités hivernales (comme le ski, la motoneige et la randonnée pédestre) ou liées au travail (comme les machines ou les chantiers de construction occasionnant des vibrations) comme facteurs de risque des avalanches, au point que la plupart des avalanches mortelles seraient déclenchées par la personne qui en meurt ou par un autre membre de son groupe (Environnement Canada, 2005).

Au Canada

Chaque année, de nombreuses avalanches se produisent dans toutes les régions du Canada, mais plus souvent dans les montagnes de l'Alberta, de la Colombie-Britannique, des Territoires du Nord-Ouest, du Nunavut et du Yukon (Gouvernement du Canada, 2008).

Bien qu'elles soient moins fréquentes dans les collines et les montagnes arrondies de l'est du Canada, on y compte malgré tout des avalanches mortelles en Ontario et au Québec – ce qui démontre que tout endroit recouvert de neige et accusant une certaine pente peut être à risque d'un tel aléa (L'Encyclopédie canadienne, 2010).

De fait, dans neuf cas sur dix, on observe le même scénario, soit : un plateau déboisé surplombant un dénivelé, une chute de neige abondante, une période de redoux suivie d'un blizzard (Hétu et Bergeron, 2006).

Au Canada, le nombre moyen de personnes dont la vie avait été fauchée par les avalanches se chiffrait à 11 par année de 1978 à 2007 (Environnement Canada, 2008b), mais atteignait 14 par année de 1998 à 2007 (Jamieson et Geldsetzer, 1996).

Au Québec, où aucune région n'est épargnée par le risque d'avalanche, le bilan s'élève à 32 morts et 27 blessés depuis le début des années 1970 (Hétu et Bergeron, 2006).

Enfin, parmi les avalanches les plus mortelles survenues au Canada de 1900 à 2000, rappelons celle du 1^{er} janvier 1999 qui a touché la collectivité inuite de Kangiqsualujjuaq (le village le plus à l'est du Nunavik), située près de la baie d'Ungava dans le nord-est du Québec et qui a occasionné 9 décès et 25 blessés (Atlas du Canada, 2009).

3.2 CONSÉQUENCES SANITAIRES

Au total, 11 études ont été retenues afin d'identifier les effets et les indicateurs sanitaires associés aux avalanches. Ces études (six études descriptives et cinq à visée étiologique) ont été réalisées au Canada (n = 3), aux États-Unis (n = 3), en Autriche (n = 4) et en Suisse (n = 1). Les principaux points qui en ressortent sont énumérés et commentés ci-dessous.

3.2.1 Conclusions générales sur les avalanches

Les conclusions générales suivantes émergent des études nous ayant permis de documenter les effets et indicateurs sanitaires des avalanches (tableau 4).

3.2.1.1 La victime type d'une avalanche est un jeune homme

Les jeunes hommes sont les plus touchés par les avalanches, comme en témoignent les résultats de ces études.

Au Québec, de 1825 à 2007, 70 % des personnes décédées lors d'avalanches était de genre masculin et plus de la moitié de ces décès (58 %) touchait les moins de 20 ans (Hétu et Brown, 2008).

Aux États-Unis, de 1950 à 1994, 87 % des décès enregistrés lors d'avalanches étaient des hommes âgés en moyenne de 27 ans (Page et collab., 1999).

Selon Hétu et Brown (2008), cette surmortalité chez les hommes est sans doute attribuable au fait que les hommes, contrairement aux femmes, s'aventurent sur les pentes enneigées. À notre avis, le type de travail (p. ex. : patrouilleurs de ski, travailleurs de la construction) selon le genre devrait aussi être considéré.

3.2.1.2 Les accidents liés aux avalanches surviennent majoritairement lors d'activités récréatives

Plusieurs études ont montré que les accidents liés aux avalanches surviennent généralement lors d'activités récréatives et qu'ils impliquent très souvent les skieurs, les alpinistes, les planchistes et les motoneigistes.

Par exemple, au Canada, de 1978 à 2007, 92 % des décès liés aux avalanches se sont produits lors d'activités récréatives autodirigées, dont 25 % en ski, 22 % en planche à neige et 21 % en motoneige (Campbell et collab., 2007).

De même, aux États-Unis, de 1989 à 1990 et de 2005 à 2006, 98 % des accidents mortels d'avalanches sont survenus lors d'activités récréatives; 23 % des personnes décédées étaient des skieurs, 21 %, des motoneigistes et 16 %, des planchistes (McIntosh et collab., 2007).

Pour certains auteurs (Hétu et Brown, 2008; Page et collab., 1999), il apparaît que plusieurs personnes pratiquant des activités récréatives en montagne sont mal informées relativement au risque d'avalanches et moins bien préparées pour y répondre, en plus d'être mal équipées, comparativement aux professionnels. Par rapport à ces derniers, les non-professionnels seraient donc plus imprudents.

En raison de la popularité grandissante des activités extrêmes au cours de la dernière décennie (comme l'héliski), il s'avérerait important, selon nous, de préparer des messages de sécurité civile visant ces personnes si cela n'est pas déjà fait.

3.2.1.3 Les accidents lors d'avalanches en régions sauvages et isolées sont plus mortels que dans les zones sécurisées

En Autriche, de 1993 à 2005, la cote de décès associée aux avalanches en régions sauvages et isolées était 3,7 fois ($IC_{95\%}$: 1,1-12,8) plus élevée que la cote de décès en zones sécurisées ou près de secteurs sécurisés (Hohlrieder et collab., 2008).

Selon Boucher, les activités en régions sauvages et isolées seraient plus difficiles à encadrer que les zones sécurisées, et les personnes s'en prévalant plus difficiles à secourir le cas échéant (données non présentées dans le tableau) (Boucher, 2000). De fait, les zones non sécurisées limitent le travail des secouristes et des chiens de sauvetage, rallongeant ainsi la durée d'enfouissement des victimes sous la neige (Hohlrieder et collab., 2008).

3.2.1.4 Plus la durée d'enfouissement sous la neige est longue, plus la probabilité de survie diminue

En Autriche, de 1993 à 2005, la durée médiane d'enfouissement sous la neige lors d'une avalanche était significativement plus élevée chez les personnes décédées (90 min), comparativement aux survivants (37 min) (Hohlrieder et collab., 2008). De plus, chaque augmentation d'une unité du logarithme de la durée était associée à une augmentation de 8,1 ($IC_{95\%}$: 1,8 -35,8) de la cote de décès.

Dans certaines circonstances, l'utilisation d'un émetteur-récepteur pourrait réduire le temps d'enfouissement.

3.2.1.5 Lors d'activités hors pistes, l'utilisation d'un émetteur-récepteur serait associée à une réduction de mortalité due à une avalanche

Les résultats de l'une des études de Hohlrieder et collaborateurs (2005) supportent une diminution du risque de décès avec le port d'un émetteur-récepteur lors d'avalanches. Selon cette étude, réalisée en Autriche de 1994 à 2003, 68 % des personnes sans émetteur-récepteur sont décédées, alors que ce pourcentage diminuait à 53,8 % chez les personnes qui en portaient ($p = 0,011$).

Toutefois, cette réduction serait exclusivement due à la diminution de la mortalité lors d'activités hors pistes (aucune réduction significative n'a été observée pour les activités organisées près des pistes de ski) et serait expliquée par la réduction du temps d'enfouissement sous la neige chez les personnes portant un émetteur-récepteur (Hohlrieder et collab., 2005).

Malgré cette tendance à la baisse des décès avec l'utilisation d'un émetteur-récepteur, la mortalité liée aux avalanches reste supérieure à 50 % (Hohlrieder et collab., 2005). Voilà pourquoi les chercheurs concluent en rappelant l'importance d'adopter des mesures prévenant les avalanches et d'avoir accès à des équipements d'urgence.

3.2.1.6 Les premiers mois de l'année enregistrent le plus grand nombre de décès liés aux avalanches

Aux États-Unis, de 1950 à 1994, la majorité des accidents mortels liés à des avalanches se sont produits entre novembre et mars, période au cours de laquelle le mois de février demeure le plus meurtrier avec 23,5 % des décès (Page et collab., 1999).

De même, au Québec, la majorité des décès sont survenus en janvier et surtout en février au cours duquel le nombre le plus élevé de décès (de 25 à 30 décès) a été enregistré (Hétu et Brown, 2008).

3.2.1.7 Une nouvelle chute de neige accompagnée de vents violents est une cause importante d'avalanches

En Suisse, de 1970 à 1999, les avalanches se sont généralement déclenchées les jours caractérisés par une nouvelle neige et des vents violents (Harvey et collab., 2002). En fait, seulement 20 % des jours d'avalanches n'étaient pas associés à ces facteurs, mais plutôt à une augmentation de la température.

Au Québec, de 1825 à 2005, environ 80 % des avalanches mortelles sont survenues le jour, le lendemain ou le surlendemain de fortes précipitations de neige (ajout d'au moins 15 à 30 cm de nouvelle neige) souvent accompagnées ou suivies de vents très violents (Hétu et Brown, 2008).

Selon Jamieson et Geldsetzer (1996), de nouvelles chutes de neige contribuent généralement à l'instabilité de la couverture neigeuse, en ajoutant une surcharge à l'accumulation de faibles épaisseurs de neige (données non rapportées dans le tableau), ce qui augmente le risque d'avalanches.

3.2.1.8 Au Québec, la majorité des décès liés aux avalanches sont survenus dans les municipalités

Au Québec, de 1825 à 2007, 32 des 69 décès attribuables aux avalanches se sont produits en milieux résidentiels, principalement dans les villes de Québec et de Lévis (Hétu et Brown, 2008).

Le manque de politique de zonage par rapport au risque d'avalanches a été mis en cause pour expliquer cet état de choses (Hétu et Brown, 2008).

3.2.1.9 L'asphyxie est la principale cause de décès lors d'une avalanche, suivie des traumatismes

L'asphyxie a été qualifiée de principale cause de décès liés aux avalanches dans plusieurs études (Boyd et collab., 2009; Hohlrieder et collab., 2007; Johnson et collab., 2001).

Au Canada, de 1984 à 2004, 75 % des décès attribuables aux avalanches étaient dus à l'asphyxie (Boyd et collab., 2009). Aux États-Unis, ce pourcentage était de l'ordre de 85 % pour les périodes 1989-1990 et 2005-2006 (McIntosh et collab., 2007).

Ceci étant dit, le rôle des traumatismes dans les décès liés aux avalanches demeure non négligeable, comme en témoignent ces données. Au Canada, de 1984 à 2004, les traumatismes majeurs ont contribué à 33 % de décès liés aux avalanches et à plus de 50 % des décès chez les alpinistes (Boyd et collab., 2009).

Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Boyd J, Heageeli P, Abu-Laban RB, Shuster M & Butt JC (2009). Patterns of death among avalanches fatalities: a 21- year review. Canadian Medical Association 180(5): 507-12.	- Aléas étudiés : avalanches, 1984-2005, Canada. - Population étudiée : personnes décédées lors d'une avalanche, Colombie-Britannique et Alberta.	- Étude à visée étiologique. - Période étudiée : 1^{er} avril 1984-5 avril 2005. - Sources de données : - base de données du British Columbia Coroners Service; - Canadian Avalanche Centre database; - base de données de l'Office of the Chief Medical Examiner of Alberta.	1984-2005 : 204 décès liés aux avalanches, dont 57 % ont subi une autopsie et 43 % un examen médico-légal externe. 88 % des décès de genre masculin (femmes : 12 %). 33 ans d'âge moyen (variant de 26 à 43 ans; n = 203). - Causes de décès (n = 204) : 75 % par asphyxie; 24 % par traumatismes (24 traumatismes multiples et 24 traumatismes simples); 1 % par hypothermie. - Type d'activités lors du décès (n = 204) : 30 % en ski de randonnée; 22 % en motoneige; 21 % en héliski; 9 % en ski hors piste; 6 % lors d'escalade de glace; 5 % en alpinisme; 4 % en raquettes ou randonnée pédestre (autres activités récréatives, travail de contrôle des avalanches : 3 %). - Les décès par asphyxie représentent : 100 % des décès en raquettes ou randonnée pédestre; 91 % des décès en motoneige; 80 % des décès en alpinisme; 74 % des décès en ski de randonnée; 70 % des décès en héliski; 67 % des décès de ski hors-piste; 58 % des décès lors d'escalade de glace; 75 % des autres circonstances de décès. - Enfouissement sous la neige lors de l'avalanche : % moins élevé de décès par traumatisme (48 %) que de décès par asphyxie (92 %) lors d'un enfouissement complet ($p < 0,001$); - durée médiane d'enfouissement moins élevée pour les décès par traumatisme (25 min; interquartile 10-56) que par asphyxie (45 min; interquartile 20-231) ($p = 0,009$); - enfouissement d'une profondeur médiane moins élevée pour les décès par traumatisme (90 cm, interquartile 30-120) que par asphyxie (150 cm; interquartile 100-200) ($p < 0,001$). - Commentaire : L'étude n'a pas pris en compte les changements temporels potentiels durant la période étudiée, changements qui pourraient refléter les tendances des mesures de sécurité ou les techniques de secours et de réanimation.

Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Hétu B & Brown Kati (2008). L'inventaire des avalanches mortelles au Québec depuis 1825 et ses enseignements. 4 ^e Conférence canadienne sur les géorisques, Université Laval.	• Aléas étudiés : avalanches, Canada, 1825-2007. • Population étudiée : personnes décédées et blessées lors d'une avalanche, province de Québec.	• Étude descriptive. • Sources de données : - enquêtes des coroners; - articles de presse; - livres d'histoire locale; - compilations publiées; - témoignages; - archives en ligne d'Environnement Canada; - visite des sites avalancheux.	1825-2007 : • ≥ 39 avalanches mortelles. • 69 décès (surtout en janvier et en février) et 56 blessés. • ↑ du taux de mortalité de 0,27/an de 1825 à 1949 à 0,61/an de 1950 à 2007. • 32 des 69 décès pour 14 avalanches à Québec et à Lévis. • Surtout chez les moins de 20 ans (< 20 ans : 58 %; 20-29 ans : 16 %; 30-39 ans : 8 %; 40-49 ans : 5 %; 50-59 ans : 5 %; 60 ans : 8 %). • Conditions favorisant le déclenchement d'avalanches au Québec : - majorité des accidents survenus sur des pentes de 30 à 80 m de dénivelé (dont certaines avaient moins de 20 m de relief vertical); - pente généralement déboisée (mais peut avoir des arbustes/arbres) et dotée au sommet d'une surface plane totalement ouverte ou très peu boisée; - 80 % des avalanches mortelles au Québec sont survenues le jour, le lendemain ou surlendemain d'une forte précipitation avec ou suivie de vents très violents. • Comparaisons des décès selon deux périodes (1825-1949 p/r 1950-2007 ou 1825-1959 p/r 1960-2007) : - de 1825-1949, moins de décès lors d'activités récréatives (1825-1949 : 5 décès; 1950-2007 : 21 décès), mais plus de décès dans un édifice (25 décès; 1950-2007 : 12 décès), dans un transport (3 décès; 1950-2007 : 1 décès); - de 1825-1949, âge moyen plus élevé (23 ans; 1950-2007 : < 20 ans); - de 1825-1959, plus de femmes (n = 12; 1960-2007 : 5), mais un même nombre d'hommes (1825-1959 : 20; 1960-2007 : 20). • Commentaires : - Au Québec, la plupart des avalanches mortelles connues à ce jour se sont produites dans des villes ou villages, ce qui soulève la question des plans de zonage. - Confirmation et validation des informations colligées à l'aide d'au moins deux sources de données. - Résultats considérés comme provisoires, car les enquêtes de coroner n'étaient pas disponibles au 18^e et au 19^e siècle; les documents consultés couvrent des périodes limitées. - Pertes ou destruction de plusieurs documents dans des incendies.

Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Hohlrieder M, Thaler S, Wuertl W, Voelckel W, Ulmer H, Brugger H & Mair P (2008). Rescue Missions for Totally Buried Avalanche Victims: Conclusions from 12 years of experience. High Altitude Medicine & Biology 9(3): 229-233.	- Aléas étudiés : avalanches, Autriche, 1993-2005. - Population étudiée : personnes impliquées dans des avalanches sur des terrains montagneux non protégés, durant des activités récréatives, État du Tyrol.	- Étude à visée étiologique. - Sources de données : - Austrian Board for Alpine Safety; - Austrian Mountain Rescue Service; - Tyrolean Avalanche Information Service.	1993-2005 : 109 personnes complètement enfouies dans 85 avalanches ont été secourues, dont 20 survivants et 89 décédés. 35,6 ans d'âge moyen (variant de 4-75 ans); 91,5 % – hommes. 78,9 % – skieurs; 21,1 % – planchistes. 48,6 % des victimes lors d'activités de l'arrière-pays en régions sauvages et isolées; 51,4 % des victimes lors de ski et de planche hors pistes en terrain non aménagé et situé en dehors des limites des zones de ski sécurisé. 76,7 % – accidents produits entre 11 h et 15 h. - Profondeur médiane d'enfouissement – 1,25 m (variant de 0,25-10 m). - Durée médiane d'enfouissement – 85 min (variant de 10 min à > 6 h). - Par rapport aux décédés, les survivants d'avalanches (analyse univariée) : - étaient en moyenne plus jeunes (26,7 ans) que les décédés (37,4 ans, $p = 0,013$); - avaient un plus fort % de skieurs hors piste (80 % p/r 44,9 %, $p = 0,004$); - avaient un plus fort % de victimes lors de la descente (90 % p/r 65,9 %, $p = 0,026$); - étaient victimes d'une avalanche plus dangereuse en moyenne (sur une échelle de 2 à 4 : 3,12 p/r 2,78, $p = 0,035$); - étaient souvent moins équipés d'émetteurs-récepteurs (5 % p/r 37,2 %, $p = 0,003$); - étaient en moyenne moins longtemps sous la neige (37,5 min p/r 90 min, $p = 0,000$); - étaient en moyenne enfouis sous une moins grande quantité de neige (0,9 m p/r 1,5 m, $p = 0,027$); - présentaient des différences non significatives selon la longueur de l'avalanche, sa largeur, l'enfouissement (total ou non). - La probabilité de survie est significativement plus grande lorsque le moyen de localisation est visuel, p/r à l'utilisation d'un émetteur-récepteur (probabilité de survie équivalente chez les victimes localisées à l'aide de chiens et de sondes) sur : 14 des 109 victimes localisées visuellement, cinq d'entre elles ont survécu; 34 des 109 victimes localisées par un chien; cinq ont survécu;

Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Hohlrieder M, Thaler S, Wuertl W, Voelckel W, Ulmer H, Brugger H & Mair P (2008) (suite)			- 38 des 109 victimes localisées à l'aide d'une sonde; 10 ont survécu; - 23 des 109 victimes avaient un émetteur-récepteur, aucune n'a survécu. • Analyse (régression logistique, analyse multivariée) évaluant le risque de décès lors d'avalanches : - $\uparrow$ 3,7 (IC_{95%} : 1,1-12,8, $p = 0,042$) du risque de décéder sur des terrains éloignés et dangereux; - plus $\uparrow$ la durée d'enfouissement sous la neige, plus $\uparrow$ le risque de décéder (RC = 8,1; IC_{95%} : 1,8-35,8, $p = 0,006$); - plus $\uparrow$ la profondeur d'enfouissement, plus $\uparrow$ le risque de décéder (RC = 3,8 (IC_{95%} : 0,4-36,3, $p = 0,251$), mais cette relation n'est pas significative. • Commentaire : Besoin important de techniques de recherche universelles, plus rapidement disponibles et ayant une efficacité fiable et reproductible, dont ne dépendent ni la performance humaine ni la performance animale pour localiser les victimes d'avalanche.
Campbell C, Bakermans L, Jamieson B & Stethem C (2007). Current and Future Snow Avalanche threats and mitigation measures in Canada. Canadian avalanche Centre, 1-103.	• Aléas étudiés : avalanches, Canada, 1782-2007. • Population étudiée : personnes décédées lors d'avalanches, Canada.	• Étude descriptive. • Sources de données : - <i>Canadian Avalanche Centre (CAC) Avalanche Incident Database</i>; - entrevues informelles; - recherche Internet.	1978-2007 : • 329 décès liés aux avalanches, soit 11 décès/an. • Distribution des décès selon le type d'activités : activités récréatives : 92 %; personnes à l'intérieur ou près d'un immeuble : 4 %; ressources industrielles : 1 % (activités non précisées : 3 %). • Distribution des décès lors d'avalanches lors d'activités récréatives (n = 302) : ski de randonnée ou planche à neige autodirigée : 25 %; ski hors piste (hélicoptère ou chenillette) ou planche à neige : 22 %; motoneige : 21 %; alpinisme : 13 %; activités récréatives autodirigées (ex. : raquetteur) : 19 %. 1998-2007 : • En moyenne, 14 décès liés aux avalanches/an. • Au total, 123 décès lors d'activités récréatives, soit : ski de randonnée ou planche à neige autodirigée (38 %), motoneige (28 %), ski ou planche à neige hors pistes avec hélicoptère ou chenillette (10 %), ski ou planche à neige en dehors des limites sécurisées (8 %), alpinisme (3 %) (activités non précisées : 13 %). • Commentaire : Rapports incomplets et archives historiques limitées.

Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Hohlrieder Brugger H, Schubert HM, Pavlic M, Ellerton J & Mair, P (2007). Pattern and Severity of Injury in Avalanche Victims. High Altitude Medicine & Biology 8(1) : 56-61.	- Aléas étudiés : avalanches, Autriche, 1996-2005. - Population étudiée : victimes d'avalanches admises à l'hôpital universitaire d'Innsbruck.	- Étude descriptive. - Sources de données : - centre de traumatismes d'un l'hôpital universitaire; - Institut médico-légal affilié à l'université.	1996-2005 : 105 victimes d'avalanches. 38,4 ans ($\pm$ 14,6 ans) d'âge moyen; 81 % – hommes; 19 % – femmes. 76,2 % – skieurs; 15,2 % – planchistes; 8,6 % – alpinistes. 63,8 % – enfouis complètement (profondeur moyenne de 1,1 m $\pm$ 0,8), dont 55,2 % en arrêt cardiaque, lorsque secourus. - Parmi les victimes : 36 décès; 48 survivants après hospitalisation; 21 traités sans hospitalisation; - causes de décès : 33 par asphyxie, deux à la suite de fracture des vertèbres cervicales et un par hypothermie; 49 blessés selon <i>Abbreviated Injury Scale</i> (AIS $\geq$ 3) – échelle qui alloue chaque blessure à l'une des six parties du corps – soit : 20 traumatismes des extrémités, 18 traumatismes de la poitrine, 7 fractures vertébrales, 2 traumatismes cérébraux, 1 traumatisme abdominal et 1 fracture du pelvis; - distribution des blessures des victimes selon <i>Severity Scoring System</i> (ISS) – échelle qui tient compte des effets combinés des blessures individuelles – soit : 74,3 % – aucune blessure ou blessure mineure (ISS < 8); 17,1 % – blessures modérées (ISS = 8-13); 1,9 % – blessures sévères (ISS = 14-20) : 6,7 % – blessures critiques (ISS > 20). - Commentaire : L'étude a tenu compte des victimes admises dans un seul hôpital.
McIntosh SE, Grissom CK, Olivares CR, Kim HS & Tremper B (2007). Cause of Death in avalanche Fatalities. Wilderness and Environmental Medicine 18 : 293-297.	- Aléas étudiés : avalanches, États-Unis, 1989-1990 et 2005-2006. - Population étudiée : personnes décédées lors d'avalanches, État d'Utah.	- Étude à visée étiologique. - Sources de données : - dossiers historiques d'Utah Avalanche Center (UAC); <i>Medical examiner case files</i>; - dossiers d'autopsie.	1989-1990 et 2005-2006 : 56 décès lors d'avalanches, dont 28 avec autopsie et 28 avec examen externe. 53 hommes et 3 femmes. 31 ans ($\pm$ 10) d'âge moyen (variant de 7 à 59 ans). 98 % lors d'activités récréatives (activités non précisées : 2 %), soit : ski de randonnée (23,2 %), motoneige (21,4 %); planche à neige hors piste en zones sauvages (16,1 %); raquettes (8,9 %); ski hors piste (7,1 %); planche à neige hors piste (5,4 %); camping (5,4 %); randonnée pédestre (3,6 %); autres activités comme l'alpinisme (8,9 %).

Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
McIntosh SE, Grissom CK, Olivares CR, Kim HS & Tremper B (2007) (suite)			• Causes des décès : 85,7 % par asphyxie; 8,9 % par asphyxie et traumatisme contondant; 5,4 % par traumatisme contondant. • Association non statistiquement significative entre l'utilisation de motoneige et les décès par traumatismes ($p = 1$). • Commentaire : Possibilité de sous-estimation des traumatismes chez les cas avec examen externe pour déterminer la cause de décès.
Hohlrieder M, Mair P, Wuertl W & Brugger H (2005) The Impact of avalanche Transceivers on Mortality from Avalanche Accidents. High Altitude Medicine & Biology 6(1) : 72-76.	• Aléas étudiés : avalanches, Autriche, 1994-2003. • Population étudiée : personnes totalement enfouies lors d'accidents d'avalanches, Alpes autrichiennes (du domaine public).	• Étude à visée étiologique. • Période étudiée : novembre 1994-mai 2003. • Sources de données : - Austrian Board for Alpine Safety.	1994-2003 : • 194 accidents d'avalanches, dont 278 victimes complètement enfouies. • 182 des 278 victimes lors d'activités libres dans des secteurs alpins; 96, lors d'activités organisées près des pentes de ski. • 55,8 % des victimes secourues par les compagnons de ski (44,2 % secourus par des équipes organisées de secours). • Plus de la moitié des victimes (56,1 %) avait un émetteur-récepteur (sans émetteur-récepteur : 44,9 %). • 60,1 % des 278 victimes sont décédées – globalement, pourcentage de décès plus élevé chez les personnes n'ayant pas d'émetteur-récepteur (68 %) que chez celles en ayant un (53,8 %; $p = 0,011$). • Pour les 278 victimes, profondeur médiane d'enfouissement sous la neige de 1,2 m, durant une durée médiane de 30 min (soit une durée médiane de 102,5 min chez les personnes n'ayant pas d'émetteur-récepteur et de 20 min chez les personnes en ayant un; $p < 0,001$). • Résultats significatifs stratifiés selon le type d'activités (libres ou organisées) : - pourcentage de victimes ayant un émetteur-récepteur plus élevé chez les personnes faisant des activités libres (68,7 %) que chez les personnes faisant des activités organisées près des pistes (32,3 %; $p < 0,001$); - pourcentage de victimes secourues par les compagnons de ski plus élevé chez les personnes faisant des activités libres (61,0 %) que chez les personnes faisant des activités organisées près des pistes (45,8 %; $p = 0,015$); - mortalité similaire chez les personnes faisant des activités libres (59,3 %) et chez les personnes faisant des activités organisées près des pistes (61,5 %);

Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Hohlrieder M, Mair P, Wuertl W & Brugger H (2005) (suite)			- pour les activités libres dans des secteurs alpins, pourcentage de victimes d'avalanches parmi les personnes n'ayant pas d'émetteur-récepteur (78,9 %) que parmi les personnes en ayant un (50,4 %, $p < 0,001$; différence non significative pour les activités organisées près des pistes : 58,5 % p/r 67,7 %). • Résultats significatifs stratifiés selon le fait d'avoir ou pas un émetteur-récepteur : - pourcentage de personnes avec émetteur-récepteur plus élevé chez les personnes secourues par des équipes organisées (85,7 %) que chez les personnes secourues par des compagnons de ski (44,6 %, $p < 0,001$); - parmi les personnes avec activités libres, la durée médiane d'enfouissement était plus longue chez les victimes sans émetteur-récepteur (170 min) que chez les victimes avec émetteur-récepteur (20 min, $p < 0,001$; différence non significative pour les activités organisées près des pentes de ski : 22,5 min p/r 70 min); - à l'inverse, la profondeur d'enfouissement n'était significative que dans le secteur des activités organisées près des pentes de ski (avec émetteur-récepteur : 1,5 m; sans émetteur-récepteur : 1 m; $p = 0,005$). • Commentaires : - Possibilité de sous-estimation de la probabilité de survie associée à l'utilisation de l'émetteur-récepteur, car l'étude n'a inclus que les accidents lors d'avalanches de la partie publique des Alpes. - Malgré une réduction significative, la mortalité est encore supérieure à 50 % avec l'utilisation de l'émetteur-récepteur. Par conséquent, les mesures préventives des avalanches sont très importantes, en plus de l'utilisation des équipements d'urgence. - L'influence modeste de l'utilisation de l'émetteur-récepteur sur la probabilité de survie peut être attribuable à la grande efficacité des services de secours de montagne dans les Alpes autrichiennes. La probabilité de survie pourrait être plus élevée dans les secteurs éloignés.

Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Harvey S & Signorell C (2002). Avalanche accidents in back country terrain of the Swiss alps: New investigations of a 30 year database. International Snow Science Workshop; Penticton, B.C.	• Aléas étudiés : avalanches, Suisse, 1970-1999. • Population étudiée : personnes impliquées dans des avalanches, Suisse.	• Étude à descriptive. • Sources de données : - base de données du Swiss Federal Institute for Snow and Avalanche Research (SFISAR).	1970-1999 : • 2 649 personnes impliquées dans 1 057 incidents d'avalanches, dont 12 % des avalanches impliquant une seule personne; 30 %, 2 personnes; 16 %, 3 personnes (non précisé : 42 %). • Parmi les 2 649 personnes : 698 complètement enfouies, 25 % décédées. • 95 % des avalanches d'origine humaine; 5 %, d'origine naturelle. • 93 % des accidents d'avalanches sont survenus lors d'activités récréatives en hiver (de novembre à avril). • 50 % des accidents, le weekend. • Majorité des victimes sont des hommes âgés de 17 à 30 ans. • En 24 jours, au moins 4 avalanches se sont produites le même jour caractérisé par une nouvelle neige, des vents violents avec de faibles épaisseurs de neige. • Dans 20 % de cas d'avalanches, il n'y a ni quantité significative de neige, ni vents violents, mais une augmentation de température – faible prédiction de danger d'avalanches ces jours de température élevée. • Parmi les 698 victimes complètement enfouies : - 471 faisaient des activités (alpinisme, ski et planche) en groupes organisés; 227 des activités hors piste; - 486 décès, dont 342 lors d'activités en groupes organisés et 144, hors piste; - 211 survivants, dont 128 lors d'activités en groupes organisés et 83, hors piste; - profondeur médiane d'enfouissement : 120 cm chez les décédés, 70 cm chez les survivants; - enfouissement de 2 à 8 personnes : 35 % des accidents en groupes organisés (61 % des victimes), 16 % des accidents hors piste (31 % des victimes). • Pour les avalanches vécues en groupes organisés : - 274 avalanches sont survenues lors de la montée (944 personnes emportées par l'avalanche, 256 décès) et 300 avalanches lors de la descente (633 personnes emportées par l'avalanche, 199 décès).

Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Harvey S & Signorell C (2002) (suite)			• Avalanches : - avalanches mortelles plus longues (300 cm) et plus larges (80 cm) que les non mortelles (longueur : 200 cm; largeur : 50 cm), mais de même profondeur (données non présentées dans l'article); - 67 % des avalanches avec des groupes organisés et 33 % hors piste; - 60 % des avalanches déclenchées par la première personne skiant sur la piste; 40 %, dans des pentes déjà utilisées (30 % – pentes fréquentées, même le jour de l'accident; 9 % – pentes déjà fréquentées; 1 % – autres conditions). • Commentaire : La plupart du temps, une quantité raisonnable de nouvelle neige est essentielle pour une avalanche. Toutefois dans 20 % des cas, une augmentation de la température a déclenché une avalanche.
Johnson SM, Johnson AC & Barton RG (2001). Avalanche trauma and closed head injury: adding insult to injury. Wilderness and Environment Medecine 12 : 244-247.	• Aléas étudiés : avalanches, États-Unis, 1992-1999. • Population étudiée : personnes décédées lors d'avalanches, État d'Utah.	• Étude descriptive. • Période étudiée : 1^{er} octobre 1992-30 avril 1999. • Sources de données : - dossiers du <i>Medical Examiner's Office</i>; - dossiers médicaux.	1992-1999 : • 28 décès liés aux avalanches, dont 23 sur le lieu de l'avalanche et 5 après traitement. • 61 % des décès avec évidence de blessures contondantes fermées à la tête (6 personnes décédées avaient des blessures sévères à l'examen après le décès); 39 % des décès sans évidence de ces blessures (examen après le décès); • Causes de décès : 79 % par asphyxie, 21 % par traumatismes contondants. • Décès par type d'activités : 12 décès en ski; 4, en planche à neige; 7, en motoneige; 3, en camping (autres, comme raquettes : 2). • Blessés à la tête par type d'activités : 11 blessés en ski ou planche à neige; 2, en motoneige (autres, comme raquettes : 4).
Page CE, Atkins D, Shockley LW & Yaron M (1999). Avalanche Deaths in the United States: a 45-year analysis. Wilderness and Environment Medecine 10 : 146-151.	• Aléas étudiés : avalanches, États-Unis, 1950-1994. • Population étudiée : personnes décédées lors d'avalanches, États unis.	• Étude descriptive. • Périodes étudiées : - 1^{er} janvier 1950-31 décembre 1994; - comparaison des périodes 1950-1964, 1965-1979 et 1980-1994.	1950-1994 : • 324 accidents d'avalanches; 440 décès liés aux avalanches. • Décès de 27,6 ans ($\pm$ 10,6) d'âge moyen (variant de 6 à 61 ans). • 87,3 % des décès sont des hommes; 12,7 %, des femmes (information disponible pour 315 décès). • 88 % des décès se sont produits de novembre à avril (23,5 % en février). • 88,3 % des décès, de 9 à 16 h (information disponible pour 223 décès). • Au cours de la période étudiée, $\uparrow$ du nombre annuel de décès dus aux avalanches ($r = 0,64$).

Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des avalanches (suite)

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Page CE, Atkins D, Shockley LW & Yaron M (1999) (suite)		- Sources de données : <i>National avalanche accident database</i>; <i>US Forest Service Avalanche Program</i>.	87,7 % des décès enfouis complètement sous la neige; 4,7 %, partiellement; 7,6 %, emportés par la neige, mais non enfouis (information pour 319 décès). - Décès par type d'activités : 25,5 % des décès en alpinisme; 22,7 % en ski de randonnée; 10,0 % en ski hors piste; 6,8 % en motoneige; 5,2 % en ski sur piste (autres, comme en raquettes : 29,8 %). - Décès par principales catégories d'activités selon les périodes étudiées : - ski hors piste : 4,3 % en 1950-1964; 5,5 % en 1965-1979, 14,7 % en 1980-1994; - ski sur piste : 10,1 % en 1950-1964; 8,9 % en 1965-1979, 1,3 % en 1980-1994; - patrouille de ski : 1,4 % en 1950-1964; 2,7 % en 1965-1979, 4,9 % en 1980-1994; - ski de randonnée : 7,2 % en 1950-1964, 19,9 % en 1965-1979, 29,3 % en 1980-1994; - alpinisme : 17,4 % en 1950-1964; 33,6 % en 1965-1979, 22,7 % en 1980-1994; - motoneige : 0 % en 1950-1964; 3,4 % en 1965-1979, 11,1 % en 1980-1994; - automobile : 11,6 % en 1950-1964; 2,7 % en 1965-1979, 0,4 % en 1980-1994; - travailleur routier : 10,1 % en 1950-1964; 2,7 % en 1965-1979, 0,4 % en 1980-1994. - Commentaires : - Les stratégies préventives pour diminuer la mortalité liée à l'avalanche incluent les décisions relatives à la fermeture des routes et au déclenchement des avalanches à l'aide d'explosifs près des autoroutes et des secteurs de ski. - Une tendance à la hausse de décès a été observée chez les motoneigistes, les skieurs hors piste et les skieurs de randonnée au fil du temps. - Les données sont incomplètes ou ont été collectées de manière non standardisée. - Les informations sur la météo, l'accès aux ressources de secours, les capacités de communication, la sécurité des équipements ne sont pas disponibles.

CONCLUSION

Le présent rapport s'insère dans les travaux visés dans le troisième axe du volet santé de l'Action 21, soit la mise en place d'un système de veille-avertissement des aléas hydrométéorologiques ou géologiques en lien avec les événements météorologiques extrêmes et de surveillance santé en temps réel dans le but de soutenir les fonctions de vigie et de surveillance du ministère de la Santé et des Services sociaux et des directeurs régionaux de santé publique.

La recension des études sur les précipitations hivernales et les avalanches de neige a été effectuée dans des bases de données MEDLINE et Web of science. Des 652 publications repérées, 39 ont été retenues, dont 27 sur les précipitations hivernales (verglaçantes et non verglaçantes) et 12 sur les avalanches. Parmi les études retenues, celles à visée étiologique nous ont permis de mieux comprendre les conséquences sanitaires associées aux précipitations hivernales et aux avalanches, alors que les études descriptives ont fourni une bonne description de ces conséquences.

À l'issue de ce recensement de publications, nous suggérons quelques indicateurs (tableau 5). Certains d'entre eux concernent les conséquences sur la santé humaine; d'autres sont propres à l'aléa, les précipitations hivernales ou les avalanches selon le cas.

Toutefois, l'un des indicateurs n'a pas été associé directement aux aléas étudiés dans le présent rapport. Il s'agit de l'indice de défavorisation sociale et matérielle, associé à de nombreux problèmes de santé (INSPQ, 2009) et utile pour la santé publique.

Tableau 5 Indicateurs proposés aux fins de vigie et de surveillance des conséquences sanitaires des précipitations hivernales (verglas, neige, blizzard) et des avalanches

Indicateurs	Vigie	Surveillance
Les effets sanitaires, soit la mortalité et la morbidité		
• toutes causes	✓	✓
• blessures (ex. : plaie, contusion)		✓
• maladies gastro-intestinales	✓	✓
• maladies cardiaques		✓
• maladies de l'appareil respiratoire	✓	✓
• lésions de la peau (brûlure, gelure)		✓
• intoxications (surtout au monoxyde de carbone)	✓	✓
• admissions à l'urgence	✓	✓
• admissions à l'hôpital	✓	✓
• autres problèmes de santé (ex. : hypothermie)		✓
• transports ambulanciers	✓	✓
Précipitations hivernales		
• facteurs temporels (heure, date, jour de semaine, moment dans la saison)	✓	✓
• intensité de l'aléa (quantité en fonction de la durée)	✓	✓
• quantité	✓	✓
Avalanches		
• facteurs temporels (heure, date)	✓	✓
• circonstances (ex. : après une chute de neige, force du vent)	✓	✓
Circonstances et localisation des personnes touchées (avalanches)		
• durée d'enfouissement sous la neige		✓
• port d'émetteur-récepteur		✓
• type d'activités (ex. : motoneige)		✓
• type de terrains (ex. : éloignés des pistes)		✓
Statut socioculturel et socioéconomique		
• langue parlée et comprise		✓
• proportions d'immigrants		✓
• indice de défavorisation sociale et matérielle		✓
Démographie		
• âge		✓
• sexe		✓
Information sur le transport		
• intensité des déplacements automobiles (ex. : millions de véhicules/km/saison)		✓

RÉFÉRENCES

- Abe, T., Tokuda, Y., et collab. (2008). The influence of meteorological factors on the occurrence of trauma and motor vehicle collisions in Tokyo, *Emergency Medicine Journal*, vol. 25, n° 11, p. 769-772.
- Agence de la santé publique du Canada (1999). Adverse Health Events Associated with the 1998 Ice Storm: Report of Hospital Surveillance of the Eastern Ontario Health Unit Region, Canada, *Communicable Disease Report*, vol. 25, p. 1-6.
- Andreescu, M.P., Frost, D.B. (1998). Weather and traffic accidents in Montreal, Canada, *Climate Research*, vol. 9, p. 225-230.
- Andrey, J. (2010). Long-term trends in weather-related crash risks, *Journal of Transport Geography*, vol. 18, p. 247-258.
- Andrey, J., Mills, B., et collab. (2003a). Weather as a chronic hazard for road transportation in Canadian Cities, *Natural Hazards*, vol. 28, p. 319-343.
- Andrey, J., Mills, B., Vandermolen, J. (2003b). *A Temporal Analysis of Weather-related Collision Risk for Ottawa, Canada: 1990-1998*, Presented at 82nd Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Ashley, W.S. (2007). Spatial and temporal analysis of tornado fatalities in the United States: 1880-2005, *Weather and Forecasting*, vol. 22, p. 1214-1228.
- Atlas du Canada (2009). *Principales avalanches*. Accessible au : http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/naturalhazards/naturalhazards1999/majoravalanches/avalanches_stats_new.html. Consulté le 18 février 2009.
- Bélanger, D., Gosselin, P., et collab. (2006). *Vagues de froid au Québec méridional : adaptations actuelles et suggestions d'adaptations futures*. Accessible au : <http://www.inspq.qc.ca/publications/default.asp?E=p&NumPublication=537>. Consulté le 23 février 2010.
- Bernard, P.-M., Lapointe, C. (1987). Mesures statistiques en épidémiologie. *Presses de l'Université du Québec*, Québec, 328 p.
- Berry, P., McBean, G., Séguin, J. (2008). *Vulnérabilités aux dangers naturels et aux conditions météorologiques extrêmes*, Santé Canada, Santé et changement climatiques : Évaluation des vulnérabilités et de la capacité d'adaptation au Canada, chapitre 3, 80 p.
- BjÖrnstig, U., BjÖrnstig, J., Dahlgren, A. (1997). Slipping on ice and snow-elderly women and young men are typical victims, *Accident Analysis and Prevention*, vol. 29, n° 2, p. 211-215.

- Blindauer, K., Rubin, C., et collab. (1999). The 1996 New York Blizzard: Impact on Noninjury Emergency Visits, *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 17, p. 23-27.
- Boucher, D. (2000). *Projet d'implantation du centre d'avalanche de la Haute-Gaspésie*, MRC de Denis-Riverin, 26 p.
- Bourque, A., Simonet, G. (2008). Québec; dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada*, (ed.) Bourque, A., Simonet, G.; Lemmen,DS; Warren,FJ; Lacroix,J; Bush,E, Gouvernement du Canada, p. 171-226.
- Boyd, J., Haegeli, P., et collab. (2009). Patterns of death among avalanche fatalities: a 21-year review, *CMAJ: Canadian Medical Association Journal*, vol. 180, n° 5, p. 507-512.
- Broder, J., Mehrotra, A., Tintinalli, J. (2005). Injuries from the 2002 North Carolina ice storm, and strategies for prevention, *Injury*, vol. 36, n° 1, p. 21-26.
- Brown, B., Baass, K. (1997). Seasonal Variation in Frequencies and Rates of Highway Accidents as Function of Severity, *Transportation Research Record*, vol. 1581, p. 59-65.
- Bureau du vérificateur général du Canada (2008). *Rapport du commissaire à l'environnement et au développement durable à la Chambre des communes*, chapitre 2, La gestion des avertissements de temps violent, Environnement Canada. Accessible au: http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_cesd_200812_02_f_31819.html. Consulté le 17 mars 2010.
- Campbell, C., Bakermans, L., et collab. (2007). *Current and future snow avalanche threats and mitigation measures in Canada*, Canadian Avalanche Centre, B.C., Canada, 103 p.
- Centers for Disease Control and Prevention (1993). *Unintentional carbon monoxide poisoning following a winter storm*, vol. 42, n° 06, p. 109-111. Accessible au : <http://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/00019587.htm>. Consulté le 15 février 2010.
- Centers for Disease Control and Prevention (1998). Community Needs assessment and Morbidity Surveillance Following an Ice Storm-Maine, January 1998, *MMWR CDC Surveill Summ*, vol. 47, n° 17, p. 351-354.
- Centers for Disease Control and Prevention (2006). Mortality associated with hurricane Katrina-Florida and Alabama, august-October 2005. *Morbidity and mortality weekly report*, vol. 55, n° 09, p. 239-242.
- Chowdhury, P.S., Franklin, B.A., et collab. (2003). Sudden cardiac death after manual or automated snow removal, *American Journal of Cardiology*, vol. 92, n° 7, p. 833-835.
- Cummings, S.R., Kelsey, J.L., et collab. (1985). Epidemiology of osteoporosis and osteoporotic fractures, *Epidemiologic Reviews*, vol. 7, p. 178-208.

- Daley, W., Smith, A., et collab. (1999). An outbreak of Carbon Monoxide Poisoning After a major ice storm in Maine, *Journal of Emergency Medicine*, vol. 18, n° 1, p. 87-93.
- Dixsau, G. (2005). Vague de chaleur et climatisation : Revue bibliographique, *Bise*, vol. 16, n° 3, p. 1-12.
- Eisenberg, D. (2004). The mixed effects of precipitation on traffic crashes, *Accident Analysis and Prevention*, vol. 36, n° 4, p. 637-647.
- Eisenberg, D., Warner, K.E. (2005). Effects of snowfalls on motor vehicle collisions, injuries, and fatalities, *American Journal of Public Health*, vol. 95, n° 1, p. 120-124.
- Environnement Canada (2002a). *Blizzards*. Accessible au : <http://www.mb.ec.gc.ca/air/wintersevere/blizzards.fr.html>. Consulté le 18 juin 2008.
- Environnement Canada (2002b). *Glossaire des termes de météorologie*. Accessible au : http://www.atl.ec.gc.ca/weather/glossary_f.html. Consulté le 18 juin 2008.
- Environnement Canada (2002c). *Veilles, avertissements et bulletins météo spéciaux*. Accessible au : http://www.msc-smc.ec.gc.ca/cd/brochures/warning_f.cfm#freezingrain. Consulté le 11 février 2009.
- Environnement Canada (2005). *Les avalanches : soyez prêts lors d'une excursion dans l'arrière-pays*. Accessible au : http://www.ec.gc.ca/EnviroZine/french/issues/50/feature3_f.cfm. Consulté le 11 septembre 2008.
- Environnement Canada (2008a). *Glossaire*. Accessible au : <http://www.ec.gc.ca/default.asp?Lang=Fr&n=7EBE5C5A-1&printversion=true>. Consulté le 11 février 2010.
- Environnement Canada (2008b). *Les avalanches : tenez vous au courant de la météo et soyez prêt*. Accessible au : <http://www.ec.gc.ca/Envirozine/default.asp?lang=Fr&n=37D16C13-1>. Consulté le 19 février 2009.
- Franklin, B.A., Hogan, P., et collab. (1995). Cardiac demands of heavy snow shoveling, *JAMA*, vol. 273, n° 11, p. 880-882.
- Gouvernement du Canada (2008). *Les avalanches au Canada*. Accessible au : <http://www.getprepared.gc.ca/knw/ris/ava-fra.aspx>. Consulté le 18 février 2010.
- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2007). *Changements climatiques 2007 : Les éléments scientifiques, Résumé à l'intention des décideurs*. Accessible au : <http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-spm-fr.pdf>. Consulté le 20 mai 2008.
- Hamann, J. (2007). La bonne conduite n'a pas d'âge. *Au fil des événements*, vol. 43, n° 11. Accessible au : <http://www.aufil.ulaval.ca/articles/bonne-conduite-pas-age-3242.html>. Consulté le 18 juin 2010.

- Hartling, L., Brison, R., Pickett, W. (1998). Cluster of Unintentional Carbon Monoxide Poisonings Presenting to the Emergency Departments in Kingston, Ontario during 'Ice Storm 98', *Canadian Journal of Public Health*, n° 6, p. 388-390.
- Hartling, L., Pickett, W., Brison, R.J. (1999). The injury experience observed in two emergency departments in Kingston, Ontario during 'ice storm 98', *Canadian Journal of Public Health*, vol. 90, n° 2, p. 95-98.
- Harvey, S., Signorell, C., Genswein, M. (2002). *Avalanche accidents in backcountry terrain of the Swiss alps: new investigations of a 30 year database*. International Snow Science Workshop, Penticton, (BC), 1-7. Accessible au : www.avalanche.org/~issw2004/issw_previous/2002/flashsite/Rescue_and_Survival/Harvey%20poster1%20revision.html.
- Héту, B., Bergeron, A. (2006). *Les avalanches au Québec : analyse des conditions météorologiques et des facteurs de terrain propices au déclenchement des avalanches*, Programme conjoint de sécurité-avalanche au Québec (PCSAQ), 87 p.
- Héту, B., Brown, K. (2008). *L'inventaire des avalanches mortelles au Québec depuis 1825 et ses enseignements*, 4^e Conférence canadienne sur les géorisques, Université Laval, 20-24 mai 2008, Québec, 8 p.
- Hoberg, E., Schuler, G., et collab. (1990). Silent myocardial ischemia as a potential link between lack of premonitoring symptoms and increased risk of cardiac arrest during physical stress, *American Journal of Cardiology*, vol. 65, n° 9, p. 583-589.
- Hohlrieder, M., Brugger, H., et collab. (2007). Pattern and Severity of Injury in Avalanche Victims, *High Altitude Medicine & Biology*, vol. 8, n° 1, p. 56-61.
- Hohlrieder, M., Mair, P., et collab. (2005). The Impact of avalanche Transceivers on Mortality from Avalanche accidents, *High Altitude Medicine and Biology*, vol. 6, n° 1, p. 72-76.
- Hohlrieder, M., Thaler, S., et collab. (2008). Rescue Missions for Totally Buried Avalanche Victims: Conclusions from 12 years of experience, *High Altitude Medicine and Biology*, p. 229-233.
- Houck, P., Hampson, N. (1997). Epidemic carbon monoxide poisoning following a winter storm, *Journal of Emergency Medicine*, vol. 15, n° 4, p. 469-473.
- Institut national de santé de Québec (2009). *Guide méthodologique « L'indice de défavorisation sociale: en bref »*. Accessible au : http://www.inspq.qc.ca/santescope/documents/Guide_Metho_Indice_defavo_mars_2009.pdf. Consulté le 31 mai 2010.
- Institute for Catastrophic Loss Reduction (2010). *Understanding Winter Storms*. Accessible au : <http://www.iclr.org/understandingwinterstor.html>. Consulté le 1^{er} juin 2010.
- Jacobsen, S.J., Sargent, D.J., et collab. (1995). Population-based study of the contribution of weather to hip fracture seasonality, *American Journal of Epidemiology* 141(1) 79-83.

- Jamieson, B., Geldsetzer, T. (1996). *Avalanche accidents in Canada: volume 4: 1984-1996*, Canadian Avalanche Association. Accessible au : <http://avalancheinfo.net/Newsletters%20and%20Articles/Articles/AvalancheAccidentsV4.pdf>. Consulté le 11 septembre 2008.
- Johnson, S.M., Johnson, A.C., Barton, R.G. (2001). Avalanche trauma and closed head injury: adding insult to injury, *Wilderness and Environmental Medicine*, vol. 12, n° 4, p. 244-247.
- Khattak, A., Knapp, K. (2001). Snow Event Effects on Interstate Highway Crashes, *Journal of Cold Regions Engineering*, vol. 15, n° 4, p. 219-229.
- Kuhn, K., Campbell-Lendrum, D., et collab. (2005). *Using climate to predict infectious disease epidemics*, World Health Organization Geneve, 54 p. Accessible au : <http://www.who.int/globalchange/publications/infectdiseases/en/index.html>. Consulté le 5 juin 2008.
- L'Encyclopédie canadienne (2010). *Avalanche*. Accessible au : <http://www.thecanadianencyclopedia.com/index.cfm?PgNm=TCE&Params=F1ARTF0000418#SEC890540>. Consulté le 18 février 2010.
- Lavallière, M., Teasdale, N., et collab. (2007). Visual inspections made by young and elderly drivers before lane changing. *Advances in Transportation Studies an international Journal* (Special issue), p. 23-30.
- Lecomte, E.L., Pang, A.W., Russell, J.W. (1998). *La tempête de verglas de 1998*, IPSC. Accessible au : http://www.iclr.org/images/ice_storm_report_french.pdf. Consulté le 25 mars 2010.
- Levy, A.R., Bensimon, D.R., et collab. (1998). Inclement weather and the risk of hip fracture, *Epidemiology*, vol. 9, n° 2, p. 172-177.
- Mallet, M. (2009). *Les chaufferettes peuvent-elles être vertes?* Accessible au : <http://www.greenlivingonline.com/article/les-chaufferettes-peuvent-elles-%C3%AAtre-vertes>. Consulté le 23 février 2010.
- Manitoba Hydro éconergique (2007). *Chaufferettes électriques portatives*. Accessible au : http://www.hydro.mb.ca/francais/your_home/home_comfort/ps_portable_electric_heaters.pdf. Consulté le 23 février 2010.
- McIntosh, S.E., Grissom, C.K., et collab. (2007). Cause of death in avalanche fatalities, *Wilderness and Environmental Medicine*, vol. 18, n° 4, p. 293-297.
- Morin, M. (2008). *Concepts de base en sécurité civile*. Accessible au : http://www.securitepublique.gouv.qc.ca/fileadmin/Documents/securite_civile/concepts_base/concepts_base.pdf. Consulté le 22 février 2010.

- National Library of Medicine (2008). *Fact Sheet: Medical Subject Headings (Mesh®)*.
Accessible au : <http://www.nlm.nih.gov/pubs/factsheets/mesh.html>.
Consulté le 17 mars 2010.
- Office québécois de la langue française (2010). *Le grand dictionnaire terminologique*.
Accessible au : <http://www.granddictionnaire.com>. Consulté le 15 juin 2010.
- Organisation mondiale de la Santé (2009a). *Changement climatique et santé : rapport du secrétariat*, Soixante-deuxième assemblée mondiale de la santé, point 12.7 de l'ordre du jour provisoire. Accessible au : http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/A62/A62_11-fr.pdf. Consulté le 25 mars 2010.
- Organisation mondiale de la Santé (2009b). *Health and Global Environmental Change, Series*. Accessible au : <http://www.euro.who.int/document/e82629.pdf?language=French>. Consulté le 22 février 2010.
- Page, C.E., Atkins, D., et collab. (1999). Avalanche deaths in the United States: a 45-year analysis, *Wilderness and Environmental Medicine*, vol. 10, n° 3, p. 146-151.
- Patz, J.A., McGeehin, M.A., et collab. (2000). The potential health impacts of climate variability and change for the United States: executive summary of the report of the health sector of the U.S. national assessment, *Environmental Health Perspectives*, vol. 8, n° 4, p. 367-376.
- Qiu, L., Nixon, W.A. (2008). Effects of adverse weather on traffic crashes, *Transportation Research Record*, vol. 2055, p. 139-146.
- Ressources naturelles Canada (2009). *Atlas du Canada*. Accessible au : <http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/naturalhazards/naturalhazards1999/majortornadoes/referencesandlinks.html/#mapsources>. Consulté le 23 février 2010.
- Scherlag, B.J., Patterson, E., Lazzara, R. (1990). Seasonal variation in sudden cardiac death after experimental myocardial infarction, *Journal of Electrocardiology*, vol. 23, n° 3, p. 23-230.
- Sécurité publique Canada (2007). *Base de données canadienne sur les désastres*.
Accessible au : <http://www.securitepublique.gc.ca/res/em/cdd/index-fra.aspx>. Consulté le 8 mars 2010.
- Smith, R.W., Nelson, D.R. (1998). Fractures and other injuries from falls after an ice storm, *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 16, n°1, p. 52-55.
- Southern, D.A., Knudtson, M.L., Ghali, W.A. (2006). Myocardial infarction on snow days: incidence, procedure, use and outcomes, *Can J Cardiol*, vol. 22, n° 1, p. 59-61.

Spitalnic, S.J., Jagminas, L., Cox, J. (1996). An association between snowfall and ED presentation of cardiac arrest, *American Journal of Emergency Medicine*, vol. 14, n° 6, p. 572-573.

Wikipédia (2010). *Groupe électrogène*. Accessible au : http://fr.wikipedia.org/wiki/Groupe_%C3%A9lectrog%C3%A8ne. Consulté le 15 juin 2010.

Wilkinson, P., Landon, M., et collab. (2001). Cold comfort: The social and environmental determinants of excess winter deaths in England, 1986-1996. *The Policy Press*, UK, 24 p.

Wrenn, K., Connors, G. (1997). Carbon monoxide poisoning during ice storms: a tale of two cities, *Journal of Emergency Medicine*, vol. 15, n° 4, p. 465-467.

*Institut national
de santé publique*

Québec

