





Proposition d'indicateurs aux fins de vigie  
et de surveillance des troubles de la santé liés  
aux précipitations non hivernales, aux inondations,  
aux glissements de terrain et à la sécheresse

Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

Décembre 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

Pierre Gosselin, médecin-conseil  
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

## **MISE EN PAGES**

Christine Giguère  
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie  
Institut national de santé publique du Québec

## **REMERCIEMENTS**

Nous remercions monsieur Patrick Levallois, médecin spécialiste 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](mailto:droit.auteur@cspq.gouv.qc.ca).*

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

DÉPÔT LÉGAL – 2<sup>e</sup> TRIMESTRE 2011  
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC  
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA  
ISBN : 978-2-550-61589-7 (VERSION IMPRIMÉE)  
ISBN : 978-2-550-61590-3 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2011)

## 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 vigie et de surveillance du MSSS et des directeurs régionaux de santé publique.



## TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES TABLEAUX .....</b>	<b>V</b>
<b>LISTE DES FIGURES.....</b>	<b>V</b>
<b>INTRODUCTION.....</b>	<b>1</b>
<b>PREMIÈRE PARTIE .....</b>	<b>3</b>
<b>1 DÉFINITION D'UN ALÉA .....</b>	<b>3</b>
<b>2 RELATION ENTRE LES ALÉAS HYDROMÉTÉOROLOGIQUES OU     GÉOLOGIQUES ET LA SANTÉ HUMAINE : MODÈLE RETENU.....</b>	<b>5</b>
<b>3 MÉTHODOLOGIE UTILISÉE POUR LA REVUE DE LA LITTÉRATURE .....</b>	<b>9</b>
<b>4 SURVEILLANCE DU TEMPS VIOLENT AU CANADA .....</b>	<b>11</b>
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 .....	13
<b>DEUXIÈME PARTIE : PRÉCIPITATIONS NON HIVERNALES, INONDATIONS, GLISSEMENTS DE TERRAIN ET SÉCHERESSES .....</b>	<b>15</b>
<b>1 PRÉCISIONS MÉTHODOLOGIQUES.....</b>	<b>17</b>
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.....	19
<b>2 PRÉCIPITATIONS NON HIVERNALES.....</b>	<b>21</b>
2.1 Généralités.....	21
2.2 Conséquences sanitaires.....	22
<b>3 INONDATIONS .....</b>	<b>55</b>
3.1 Généralités.....	55
3.2 Conséquences sanitaires.....	56
<b>4 GLISSEMENTS DE TERRAIN .....</b>	<b>73</b>
4.1 Généralités.....	73
4.2 Conséquences sanitaires.....	73
<b>5 SÉCHERESSES .....</b>	<b>79</b>
5.1 Généralités.....	79
5.2 Conséquences sanitaires.....	79
<b>CONCLUSION .....</b>	<b>83</b>
<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>85</b>



## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Mots clés utilisés pour la recension des publications.....	18
Tableau 2	Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales.....	29
Tableau 3	Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations.....	61
Tableau 4	Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des glissements de terrain.....	75
Tableau 5	Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des sécheresses.....	81
Tableau 6	Indicateurs proposés aux fins de veille et de surveillance des conséquences sanitaires des précipitations non hivernales, des inondations, des glissements de terrain et des sécheresses.....	84

## 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 (Organisation mondiale de la Santé, 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 et 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 par année est passé de 10 de 1900 à 1940, à 65 dans les années 1960, à 280 dans les années 1980 et à 470 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 (INSPQ) 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 déterminants<sup>1</sup>. 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 3).

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.

---

<sup>1</sup> 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).

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.

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, la deuxième partie a comme objet les « précipitations non hivernales, les inondations, les glissements de terrain et la sécheresse ».

## 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'intensité<sup>2</sup>, la probabilité d'occurrence<sup>3</sup> ou la récurrence<sup>4</sup>, la localisation spatiale et l'étendue possible de ses effets<sup>5</sup> 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 (par exemple, épidémie, pandémie) (Morin, 2008). Toutefois, dans le cadre du PACC, seuls les aléas hydrométéorologiques ou géologiques amplifiés par les changements climatiques<sup>6</sup> 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 recourent surtout des mouvements de terrain, dont les glissements et l'érosion.

---

<sup>2</sup> Par exemple, la force d'une tornade.

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

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

<sup>5</sup> Par exemple, le verglas de 1998 relativement à un verglas de moindre envergure.

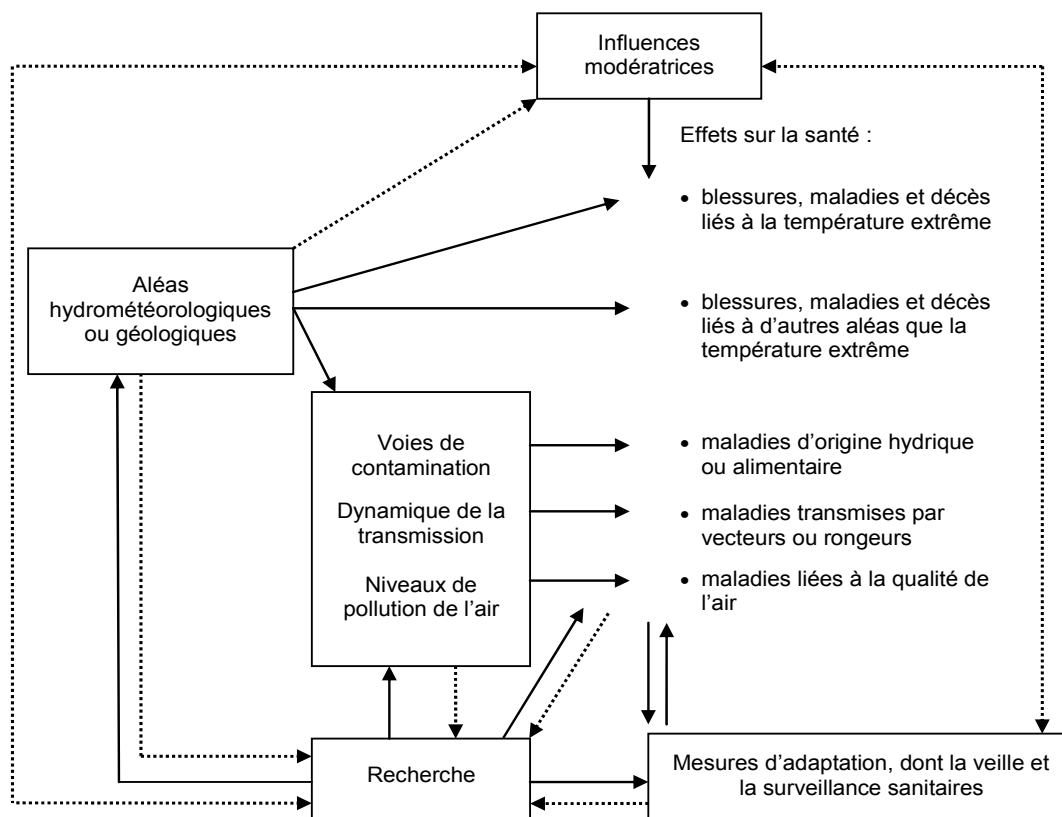
<sup>6</sup> Comme synonymes d'aléa hydrométéorologique ou géologique, le présent document référera aux termes « événement météorologique extrême » et « phénomène météorologique extrême ».



## 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.



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

Ligne pleine : relation proposée par Patz et collaborateurs.  
Ligne pointillée : relation suggérée par Bélanger et collaborateurs.  
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, 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 *mobile homes* 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). Certaines 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 (Organisation mondiale de la Santé, 2009b)(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*<sup>®</sup> 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 rapport<sup>7</sup>);
- avoir documenté des effets sanitaires parmi les suivants : les décès, les blessures, les maladies physiques, les problèmes psychosociaux<sup>8</sup>;
- 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 (par exemple, la population de la Floride);
- des renseignements d'ordre méthodologique;
- les principaux résultats de la recherche;

---

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> 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 définie par Bernard et Lapointe (1987), l'étude descriptive décrit 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 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 des pages 2 et 3 du rapport du commissaire (Bureau du vérificateur général du Canada, 2008), 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 (Sécurité publique Canada, 2007a) contient des renseignements sur les désastres naturels, technologiques ou conflictuels (outre les guerres) ayant touché la population canadienne depuis 1900 (Sécurité publique Canada, 2007a).

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 (par exemple les ouragans, les tornades, les tremblements de terre) (Sécurité publique Canada, 2007a). 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 2010<sup>9</sup>. 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)<sup>10</sup>. 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.

### 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, 2009a).

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, 2009a).

---

<sup>9</sup> 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.

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

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 XX<sup>e</sup> siècle et inclut des renseignements sur l'importance des dégâts, la date et une brève description de l'événement (Ressources naturelles Canada, 2009a).

Une version géospatiale de la base de données canadienne sur les désastres est prévue pour janvier 2011<sup>11</sup>. Elle permettra aux utilisateurs de définir une recherche dans la base de données en délimitant une zone spécifique.

---

<sup>11</sup> 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 NON HIVERNALES, INONDATIONS, GLISSEMENTS DE TERRAIN ET SÉCHERESSES**

D'après les projections du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 2007), les aléas hydrométéorologiques ou géologiques 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 de la fréquence de fortes précipitations (Bourque et Simonet, 2008). En outre, cette modification appréhendée des événements de pluie intense devrait résulter en une augmentation des inondations et à davantage de glissements de terrain dus à l'infiltration de l'eau dans les sols. Or, ces aléas représentent un défi pour la santé publique, puisqu'ils peuvent entraîner un risque accru de mortalité, de blessures, ou encore de maladies infectieuses. Répertoire les effets sanitaires et les principaux indicateurs qui leur sont associés s'avère donc pertinent aux fins de veille et de surveillance, dans un contexte des changements climatiques.

Ceci étant dit, il est aussi possible que la hausse des précipitations ne puisse compenser l'évaporation accrue causée par les températures plus élevées (Guillemette et collab., 1999; Allen et Ingram, 2002 dans Bourque et Simonet, 2008). Des périodes de sécheresse sont donc également à craindre – d'où l'importance de les inclure sur le continuum des précipitations, allant des pluies diluviennes à l'absence de pluie.

Plus précisément, cette partie du rapport inclut six 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 quatre sections suivantes concernent respectivement les précipitations non hivernales, les inondations, les glissements de terrain et les sécheresses<sup>12</sup>. Dans chacune de ses sections, on présente :

- quelques généralités relatives à l'évènement;
- les principaux résultats des études retenues sous forme de tableau; et,
- 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.

---

<sup>12</sup> En raison de leur grande diversité, les précipitations hivernales font l'objet d'un rapport distinct, signé par Tairou et collaborateurs. (Accessible sur le site Internet de l'INSPQ).

Enfin, la sixième 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 hydrométéorologiques et géologiques.

Avant de poursuivre, une note relative à l'érosion côtière s'impose. L'érosion progressive des berges à cause des cours d'eau, des tempêtes ou d'interventions humaines déstabilisantes est l'une des deux causes principales (l'autre cause étant les précipitations et la fonte nivale printanière) de déclenchement des glissements de terrain (Bourque et Simonet, 2008). Malheureusement, aucune étude portant sur les conséquences sanitaires de l'érosion n'a été recensée dans les nombreuses banques de données utilisées aux fins de cette revue de littérature. En fait, on y trouve essentiellement des études d'impact, lesquelles ne rencontraient pas les critères de sélection des études. Voilà pourquoi l'érosion côtière ne fait pas partie de ce rapport.

# **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 de l'aléa sont définis comme des indicateurs mesurant les effets directs et indirects des événements météorologiques sus-cités tels les blessures, les maladies d'ordre physique et les décès sur la santé humaine. 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 socio-économiques (p. ex., le type de maison) et les circonstances ou localisations des victimes lors de l'évènement (p. ex., dans un véhicule).

Les indicateurs de 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 non hivernales, les inondations, les glissements de terrain et les sécheresses a été effectué dans les bases de données MEDLINE et *Web of Science*. Sur un total de 1 613 publications repérées (MEDLINE : 427; *Web of Science* : 1 186), 41 ont été retenues, dont 26 sur les précipitations, 10 sur les inondations, 3 sur les glissements de terrain et 2 sur les sécheresses. Les mots-clés utilisés pour la recension des études sont présentés dans le tableau à la page suivante.

**Tableau 1 Mots clés utilisés pour la recension des publications**

MEDLINE	<i>Web of Science</i>
<p><i>Mesh :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>rain OR</i></li> <li>• <i>floods OR</i></li> <li>• <i>droughts OR</i></li> <li>• <i>landslides OR</i></li> </ul> <p><i>Title/Abstract :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>hail injury</i></li> </ul> <p>AND</p> <p><i>Mesh :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>cause of death OR</i></li> <li>• <i>mortality OR</i></li> <li>• <i>wounds and injuries OR</i></li> <li>• <i>accidents, traffic OR</i></li> <li>• <i>accidents, aviation OR</i></li> <li>• <i>mass casualty incidents OR</i></li> <li>• <i>cardiovascular diseases OR</i></li> <li>• <i>respiratory tract diseases OR</i></li> <li>• <i>bacterial infections and mycoses OR</i></li> <li>• <i>disease outbreaks OR</i></li> <li>• <i>disease reservoirs OR</i></li> <li>• <i>disease vectors OR</i></li> <li>• <i>parasitic diseases OR</i></li> <li>• <i>virus diseases</i></li> </ul>	<p><i>Topic :</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>rain* OR</i></li> <li>• <i>hail* OR</i></li> <li>• <i>flood* OR</i></li> <li>• <i>drought* OR</i></li> <li>• <i>landslide*</i></li> </ul> <p>AND</p> <p><i>Topic :</i></p> <p><i>casualt* OR</i>  <i>death* OR</i>  <i>wound* OR</i>  <i>injur* OR</i>  <i>aircraft accident* OR</i>  <i>aviation accident* OR</i>  <i>motor vehicle accident* OR</i>  <i>plane accident* OR</i>  <i>road traffic accident* OR</i>  <i>traffic accident* OR</i>  <i>cardiovascular disease* OR</i>  <i>heart disease* OR</i>  <i>vascular disease* OR</i>  <i>respiratory tract disease* OR</i>  <i>respiratory disease* OR</i>  <i>respiration disorder* OR</i>  <i>bronchial disease* OR</i>  <i>disease outbreak* OR</i>  <i>disease reservoir* OR</i>  <i>disease vector* OR</i>  <i>disease* OR</i>  <i>fungus disease* OR</i>  <i>infect* OR</i>  <i>mycos* OR</i>  <i>mycotic disease* OR</i>  <i>outbreak* OR</i>  <i>parasit* OR</i>  <i>vector-borne disease* OR</i>  <i>zoono*</i></p> <p>AND</p> <p><i>Subject Areas :</i></p> <p><i>public, environmental &amp; occupational health OR</i>  <i>tropical medicine OR</i>  <i>infectious diseases OR</i>  <i>medicine, general &amp; internal</i></p>

### 1.3 SOURCES DE DONNÉES UTILISÉES DANS LES PUBLICATIONS RETENUES

Pour étudier le lien entre les problèmes de santé et les précipitations non hivernales, les inondations, les glissements de terrain et les sécheresses, diverses sources de données ont été utilisées dans les publications retenues. De façon globale, on distingue pour

*Les précipitations non hivernales :*

- les sources concernant les bases de renseignements sur les accidents de la route (comme la base nationale de données sur les collisions de Transport Canada [TRAID] et le *Fatal Accident Reporting System* aux États-Unis);
- celles liées aux services médicaux (comme les données des registres des traumatismes, des médecins généralistes) et aux services paramédicaux (tels les rapports de transports ambulanciers);
- celles regroupant les données de surveillance des maladies infectieuses (tel le *National Electronic Telecommunications System for Surveillance* aux États-Unis);
- celles contenant les informations recueillies par les chercheurs auprès des résidents des secteurs touchés par l'évènement, à l'aide de questionnaires;
- celles liées aux données météorologiques provenant des agences ou des services de météorologie;
- celles regroupant les renseignements sur les caractéristiques de la population (telles les données de recensement);
- celles regroupant les données sur la qualité de l'eau et les activités agricoles.

*Les inondations, les glissements de terrain et les sécheresses :*

- les bases de renseignements sur les désastres ayant touché les populations (notamment la *Storm Data* et la *Spatial Hazard Event and Loss Database for the United States - SHELDUS*);
- les données des projets d'intervention et des études scientifiques;
- les articles de presse;
- les certificats de décès;
- les bases de données sur les indicateurs de développement de la Banque mondiale;
- outre des sources de données liées aux services médicaux, aux données météorologiques, aux informations recueillies auprès des résidents et à la qualité de l'eau, 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 limites méthodologiques qui peuvent limiter la portée des résultats des études. À titre d'exemple, l'utilisation des données d'admissions hospitalières peut ne pas permettre de prendre en compte tous les cas de traumatismes, car bon nombre d'entre eux ne sont pas gravement blessés et peuvent être libérés sans avoir besoin d'être admis (Abe et collab., 2008). De même, les données des systèmes de surveillance des maladies d'origine hydrique sont source de biais de déclaration (Curriero et collab., 2001).



## **2 PRÉCIPITATIONS NON HIVERNALES**

### **2.1 GÉNÉRALITÉS**

Les précipitations non hivernales incluent la pluie et la grêle.

La pluie est une humidité condensée de la vapeur atmosphérique qui tombe sous forme de gouttes sur la terre (Environnement Canada, 2008). L'intensité de pluie dépend du taux d'accumulation. Une pluie de forte intensité signifie une accumulation de 7,6 millimètres (mm) ou plus à l'heure.

La grêle est la chute de granules de glace, d'un diamètre d'au moins 5 mm, produites généralement pendant les orages violents (Environnement Canada, 2010). Elle se forme lorsque des nuages orageux ascendants transportent des gouttes de pluie dans des régions extrêmement froides de l'atmosphère, où elles gèlent et se réunissent en morceaux de glace. À mesure que ces morceaux deviennent trop lourds et ne peuvent plus être supportés par les courants ascendants, ils tombent et atteignent parfois des vitesses allant jusqu'à 100 kilomètres par heure (km/h) (Environnement Canada, 2002). La grêle peut être extrêmement dangereuse et causer des blessures aux personnes et aux animaux, ainsi que de graves dégâts aux cultures, aux maisons et aux véhicules .

#### **Au Canada**

La côte du Pacifique est la région la plus pluvieuse au Canada, avec plus de 3 000 mm de pluie annuellement sur de grandes zones. Dans les Prairies, les précipitations annuelles varient entre 350 et 500 mm, la quantité augmentant de 40 mm tous les 100 km en direction est (L'Encyclopédie canadienne, 2010). À Winnipeg, les accumulations de pluie s'élèvent à 500 mm et atteignent 1 500 mm à Halifax. En été, dans les années 1980, la sous-région sud du Québec a reçu 280 à 350 mm de précipitations (Bourque et Simonet, 2008).

Les informations sur les tempêtes de pluie ne sont pas colligées dans la base de données canadienne sur les désastres.

Les tempêtes de grêle destructrices surviennent généralement entre mai et octobre (Sécurité publique Canada, 2007b). Toutes les régions du Canada peuvent être touchées par la grêle, mais elle frappe le plus souvent l'Alberta, la partie sud des Prairies et le sud-ouest de l'Ontario.

De 1900 à 2004, 36 tempêtes de grêle ayant causé des dommages de plusieurs millions de dollars ont été répertoriées au Canada (Sécurité publique Canada, 2009). Ces phénomènes ont aussi causé le décès de sept personnes, mais n'ont entraîné aucune blessure. La ville de Montréal a connu trois de ces tempêtes, dont celles de 1979, de 1986 et de 1987 (Sécurité publique Canada, 2009).

## **2.2 CONSÉQUENCES SANITAIRES**

Des 26 études retenues pour identifier les effets et les indicateurs sanitaires associés aux précipitations, aucune ne porte sur la grêle. De fait, toutes ces études ont évalué le lien entre les troubles de la santé et la pluie.

Les études, réalisées en majorité aux États-Unis (n = 10) et au Canada (n = 7), couvrent diverses périodes, variant d'une à 25 années, et touchent généralement la fin du XX<sup>e</sup> et le début du XXI<sup>e</sup> siècle.

La plupart des études sont à visée étiologique et s'appuient sur des devis relativement forts sur le plan de l'évaluation de la causalité. Toutefois, elles sont majoritairement de nature écologique, en ce qui concerne la mesure de l'exposition.

Leurs principaux résultats sont présentés dans le tableau 2. Les conclusions générales qui émergent de ce tableau sont énumérées et commentées ci-dessous. Elles se regroupent sous trois étiquettes, soit : les traumatismes routiers, les maladies infectieuses d'origine hydrique et les maladies vectorielles.

### **2.2.1 Traumatismes routiers**

#### *2.2.1.1 Les précipitations de pluie sont associées à un risque élevé d'accidents de la route*

De nombreuses études ont documenté une augmentation du risque d'accidents pendant les précipitations de pluie (Andrey et collab., 2003a, Andrey et collab., 2003b, Andreescu et Frost, 1998, Qiu et Nixon, 2008). Par exemple, une méta-analyse de 34 études (réalisées aux États-Unis, au Canada et au Royaume-Uni) ayant évalué l'association entre les facteurs météorologiques et la sécurité routière de 1967 à 2005 a montré une augmentation significative du taux d'accidents de 71 % pendant la pluie, comparativement aux conditions habituelles (Qiu et Nixon, 2008).

Une autre étude réalisée dans six villes canadiennes de 1995 à 1998 a indiqué une augmentation du risque de collisions de 59 % pour les six villes combinées (augmentation de 39 % pour la ville de Québec) durant la pluie, relativement aux conditions saisonnières normales (Andrey et collab., 2003a).

En outre, il semble que l'intensité de pluie (quantité de pluie en fonction de la durée) et le risque de collisions soient positivement corrélés (Andrey et collab., 2003a), tout comme la quantité de pluie et le nombre d'accidents (Changnon, 1996).

#### *2.2.1.2 Le risque de blessures liées aux accidents de la route augmente lorsqu'il pleut*

Une association positive significative a été rapportée entre le risque de blessures liées aux accidents de la route et la pluie (Andrey et collab., 2003b, Qiu et Nixon, 2008, Andrey et collab., 2003a). À titre d'exemple, dans une étude réalisée à Ottawa de 1990 à 1998, le risque relatif (RR) de blessures était 1,69 (intervalle de confiance à 95 %, IC<sub>95</sub> % : 1,47 - 1,94) fois plus élevé pendant la pluie, comparativement aux conditions saisonnières normales.

À l'instar de la relation entre la pluie et le risque de collisions, certaines études relèvent une association positive entre la quantité totale de pluie et le risque de blessures liées aux accidents (Changnon, 1996, Eisenberg, 2004).

#### *2.2.1.3 La relation entre la pluviosité et le risque de blessures liées aux accidents de la route n'est pas claire*

Les études sont contradictoires quant à la relation entre la pluviosité et le risque de blessures, comme en témoignent ces résultats issus de deux études d'Andrey réalisées au Canada en 2003 (Andrey et collab., 2003a) et en 2010 (Andrey, 2010).

Selon la première étude, il n'y a pas de relation claire entre le risque de blessures et l'intensité de pluie de 1995 à 1998, alors que la seconde supporte l'existence d'une association positive significative pour la période de 1984 à 2002.

D'après les auteurs, le résultat de l'étude de 2003 indique que les conducteurs adopteraient une conduite préventive, durant les pluies, par exemple en réduisant leur vitesse de croisière. Selon nous, une plus longue période d'étude dans la publication de 2010 serait également à considérer.

#### *2.2.1.4 Le lien entre le risque de blessures lorsqu'il pleut et le moment de la journée reste à préciser*

Dans une étude réalisée à Ottawa de 1990 à 1998, Andrey et collaborateurs (Andrey et collab., 2003b) rapportent qu'il y aurait 2,1 fois plus de risque de blessures lorsqu'il pleut le jour (IC<sub>95</sub> % : 1,18 - 3,66) et 1,67 fois plus, la nuit (IC<sub>95</sub> % : 0,99 - 2,81), comparativement au risque de blessures dans des conditions saisonnières et sèches. Comme mentionnée par les auteurs, cette différence entre le jour et la nuit ne serait pas statistiquement significative sur la base des intervalles de confiance.

Quelques années plus tard, Andrey (2010) documente le risque relatif de blessures, mais cette fois pour 10 villes canadiennes (incluant Ottawa) et pour la période de 1984 à 2002. Il observe que le risque de blessures minimales ou mineures (m/m) et le risque de blessures majeures ou fatales (m/f) tendraient à être plus élevés en soirée et la nuit (m/m : soirée = 2,05; nuit = 1,66; m/f : soirée = 1,84; nuit = 1,31), qu'au matin et qu'en après-midi (m/m : matin : RR = 1,72; après-midi = 1,65; m/f : matin : RR = 1,39; après-midi = 1,34). Selon Andrey, ces résultats suggèrent un effet interactif entre l'obscurité/la fatigue du conducteur et les conditions routières/conditions météorologiques.

Bien que cette dernière hypothèse soit plausible, il nous est difficile d'en juger, car la mesure du terme d'interaction n'a pas été rapportée dans l'article, ni les intervalles de confiance associés aux RR (contrairement à l'article publié en 2003). De plus, la valeur des risques relatifs la nuit semble davantage comparable à celle des risques relatifs le jour, qu'à la valeur des RR le soir. Voilà pourquoi nous considérons que le lien entre le risque de blessures lorsqu'il pleut et le moment de la journée demeure à préciser.

#### *2.2.1.5 Plus la période sèche précédant la pluie s'allonge, plus la survenue de la pluie après cette période est associée à un risque élevé d'accidents de la route*

La survenue de la pluie après une longue période sèche augmente le risque de blessures lors des accidents de la route, comme illustrée par les résultats suivants.

En Australie, le volume quotidien normalisé d'accidents (VQNA)<sup>13</sup> a été estimé après de courtes (1 à 5 jours) et de longues (6 jours ou plus) périodes sèches survenues de 1987 à 1991, de 1992 à 1996 et de 1997 à 2002 (Keay et Simmonds, 2006). Indépendamment, de la période étudiée une augmentation du VQNA a été constatée à la fois après une courte (1987-1991 : 9,9 %, 1992-1996 : 8,9 % et 1997-2002 : 9,0 %) et une longue période sèche (1987-1991 : 17,9 %, 1992-1996 : 19,5 % et 1997-2002 : 17,9 %).

De même, aux États-Unis, de 1975 à 2000, le risque d'accidents mortels s'élevait à 3,7 %, 5,9 % et 9,2 % respectivement après une période sèche de deux jours, de six jours et de plus de 21 jours (Eisenberg, 2004).

Selon les chercheurs, les différences observées pourraient être expliquées par l'augmentation de la glissance des routes mouillées due à l'accumulation des huiles et des saletés pendant les périodes sèches (Eisenberg, 2004, Keay et Simmonds, 2006). La possibilité que les conducteurs « oublient » lors de ces périodes la façon appropriée de conduire dans des conditions pluvieuses et glissantes (Keay et Simmonds, 2006) serait également envisageable.

#### *2.2.1.6 Le risque d'accidents de la route lié à la survenue de la première pluie après une période sèche augmente en fonction de la durée de cette période et de la quantité de pluie tombée*

En Australie, de 1987 à 2002, Keay et Simmonds (2006) ont observé une augmentation de 5 % du volume quotidien normalisé d'accidents avec une quantité de pluie d'au plus 5 mm, après une courte période sèche (1 à 5 jours) – pourcentage qui s'élevait à 30 % dans le contexte d'une pluie de plus de 10 mm après une période sèche plus longue (> 5 jours).

Comme déjà rapporté, il semble que les conditions glissantes de la chaussée mouillée causées par les huiles et saletés accumulées lors de la période sèche aient contribué à cet état de choses.

#### *2.2.1.7 L'impact de la pluie sur la sévérité des accidents de la route semble plus élevé en milieu rural qu'en milieu urbain*

Dans une étude réalisée aux États-Unis de 1977 à 1979, la sévérité des accidents (exprimée par le nombre de blessures par accident) pendant la pluie a été comparée à la sévérité des accidents dans un contexte non pluvieux. De ces comparaisons, il ressort que le risque relatif (RR) d'accidents est moins élevé en milieu urbain (RR = 1,03) ou suburbain

---

<sup>13</sup> Le volume quotidien normalisé d'accidents est défini par le quotient du nombre d'accidents divisé par le volume du trafic normalisé à la moyenne de l'unité.

(RR = 1,06) qu'en milieu rural (RR = 1,60) (Changnon, 1996). Selon l'auteur de l'étude, la vitesse de conduite serait relativement plus élevée à la campagne qu'en ville, où le volume de circulation est plus dense.

#### *2.2.1.8 La relation entre les admissions hospitalières pour traumatismes routiers et la pluie n'est pas élucidée*

Les résultats des études évaluant l'effet de la pluie sur les admissions hospitalières pour traumatismes routiers sont contradictoires. Alors que certaines études rapportent une corrélation négative (Bhattacharyya et Millham, 2001), d'autres documentent une corrélation positive significative (Rising et collab., 2006, Abe et collab., 2008, Atherton et collab., 2005).

À notre avis, diverses raisons pourraient expliquer la différence des résultats observés, notamment le type de données (p. ex., admissions hospitalières; rapports des transports ambulanciers) et de méthodes d'analyse utilisés (p. ex., ARIMA, régression binomiale négative). La prise en compte d'autres variables en analyse multivariée pourrait également avoir atténué la relation entre les traumatismes et la pluie. Parmi ces variables, relevons certains mois de l'année (mai et octobre) et le jour de la semaine (plus d'achalandage le lundi, suivi des autres jours de semaine, par rapport au week-end).

### **2.2.2 Maladies infectieuses d'origine hydrique**

#### *2.2.2.1 Les pluies intenses sont l'un des facteurs mis en cause dans l'éclosion de gastro-entérites d'origine hydrique associées à un réseau d'aqueduc municipal*

À Walkerton, Ontario, en mai et juin 2000, 1 346 cas de gastro-entérites ont été notifiés (Agence de la santé publique du Canada, 2000). À la suite de l'éclosion, 65 patients ont été hospitalisés, dont 27 ont développé un syndrome hémolytique urémique. Au total, six personnes sont décédées de l'éclosion.

Divers facteurs ont été associés à cette éclosion, notamment les pluies printanières intenses et le ruissellement de la fonte des neiges, l'accumulation extrême des précipitations et la vulnérabilité des systèmes de distribution d'eau, dont les petits systèmes ruraux et les puits privés (Auld et collab., 2004). Aussi, les systèmes d'égout désignés pour amener à la fois l'eau de pluie et les eaux usées aux usines de traitement sont plus à risque de contamination pendant les pluies intenses, car l'excès d'eaux usées peut être déchargé dans les eaux de surface. L'épandage du fumier sur les terres d'une exploitation agricole située à proximité d'un des puits qui alimentaient la ville en eau a été également associé à l'éclosion.

#### *2.2.2.2 Les pluies extrêmes entraînent une augmentation du risque d'éclosions de maladies aiguës d'origine hydrique, en particulier pour les eaux de surface*

Les pluies extrêmes ont été associées aux éclosions de maladies d'origine hydrique dans plusieurs études (Curriero et collab., 2001, Thomas et collab., 2006, Rose et collab., 2000, Nichols et collab., 2009, Naumova et collab., 2005).

En Angleterre, de 1990 à 1999, une étude effectuée auprès de 15 autorités sanitaires sur la base de cas confirmés en laboratoire a indiqué qu'une accumulation de pluie de 22 mm la semaine précédant l'éclosion était associée à une augmentation du taux hebdomadaire de cryptosporidiose de l'ordre de 27 % (IC<sub>95 %</sub> : 21% - 31 %) (Naumova et collab., 2005).

Au Canada, de 1975 à 2001, la cote relative d'une éclosion de maladies d'origine hydrique avec des pluies intenses allant au-delà du 93<sup>e</sup> percentile était 2,283 (IC<sub>95 %</sub> : 1,216 - 4,285) plus élevée que la cote relative en dessous du 93<sup>e</sup> percentile (Thomas et collab., 2006).

Aux États-Unis, de 1948 à 1994, 51 % des éclosions ont été précédées de pluies extrêmes au-delà du 90<sup>e</sup> percentile et 68 %, au-delà du 80<sup>e</sup> percentile (Curriero et collab., 2001). Plus de la moitié des éclosions était attribuée à des maladies gastro-intestinales aiguës (p. ex., infection à *Giardia*), comme une autre étude américaine d'ailleurs (Rose et collab., 2000, Rose et collab., 2000).

Enfin, il semble que le lien entre les pluies extrêmes et les éclosions soit plus apparent pour les eaux de surface (Rose et collab., 2000), bien qu'il soit également significatif dans le contexte des eaux souterraines (Rose et collab., 2000, Curriero et collab., 2001).

#### *2.2.2.3 L'association entre la pluie et le taux d'infections à Campylobacter serait sensible au climat*

En Australie, une recherche a permis d'évaluer la notification d'infections à *Campylobacter* de 1990 à 2005 dans deux villes distinctes, soit Adélaïde, caractérisée par un climat tempéré méditerranéen, et Brisbane, où le climat est qualifié de subtropical (Bi et collab., 2008).

Parmi les principaux résultats, on observe une augmentation significative ( $p = 0,008$ ) du nombre de notifications avec la pluie à Adélaïde, mais non à Brisbane, où le nombre de notifications serait plutôt lié à l'humidité relative. L'utilisation de données de surveillance hebdomadaires au lieu de données mensuelles aurait contribué à détecter de tels impacts liés au climat (Bi et collab., 2008).

Les données hebdomadaires ont d'ailleurs permis de mettre en lumière la relation entre le nombre de nouveaux cas dans une semaine donnée et les nombres de cas au cours des semaines précédentes dans les deux villes – un résultat intéressant pour les communautés locales et les autorités sanitaires (Bi et collab., 2008).

#### *2.2.2.4 En milieu rural, le risque de maladies gastro-intestinales aiguës dépend de l'interaction entre les fortes précipitations, la saison et la source d'eau utilisée*

Une étude réalisée dans plusieurs municipalités rurales du Québec, de 2007 à 2008, a mis en évidence un plus grand risque de maladies gastro-intestinales aiguës (MGIA) quatre semaines après de fortes précipitations l'automne et de très faibles précipitations l'été (Febriani et collab., 2010). Cette observation doit toutefois être relativisée en fonction de la source d'eau utilisée. Les données suivantes en témoignent.

L'été, les répondants utilisant l'eau souterraine de la communauté comme source principale d'eau étaient 2,5 fois plus à risque de contracter une MGIA quatre semaines après de fortes précipitations (par rapport aux faibles précipitations); alors qu'à l'automne, c'était les utilisateurs d'eaux de surface qui multipliaient par 10 leur risque d'être infectés dans les mêmes conditions (Febriani et collab., 2010). Comme mentionnées par Thurston-Enriquez et collaborateurs (Thurston-Enriquez et collab., 2005), de fortes précipitations peuvent faire pénétrer le fumier dans les eaux de surface et les eaux souterraines, libérant ainsi de grandes charges microbiennes pouvant contaminer les sources d'eau de consommation (données non présentées dans les tableaux).

Le risque de contracter une MGIA était toutefois moins élevé dans les municipalités rurales fortement agricoles que dans les communautés faiblement agricoles (RC = 0,70; IC<sub>95 %</sub> : 0,51 - 0,96), en particulier chez les personnes utilisant des puits domestiques (RC = 0,49; IC<sub>95 %</sub> : 0,32 - 0,74)(Febriani et collab., 2010). Parmi les facteurs explicatifs explorés par les chercheurs, on retrouve l'immunité des résidents des municipalités avec de fortes activités agricoles, lesquels seraient plus fréquemment exposés aux pathogènes causant les maladies gastro-intestinales.

#### *2.2.2.5 Les précipitations de pluie sont associées à un risque élevé de légionellose*

Deux études ont documenté une association positive significative entre le risque de légionellose et la pluie (Hicks et collab., 2007, Fisman et collab., 2005). Leurs résultats sont assez éloquentes.

Dans la première étude, réalisée aux États-Unis de 1990 à 2003, chaque augmentation d'un centimètre de pluie entraînait un risque relatif de légionellose de 1,026 (IC<sub>95 %</sub> : 1,012 - 1,040) (Hicks et collab., 2007).

Dans la deuxième étude, également américaine (1995-2003), on rapporte une augmentation du rapport de taux d'incidence (RTI) de 2,48 (IC<sub>95 %</sub> : 1,30 - 3,12) de six à dix jours après la pluie – risque qui pourrait en plus avoir été sous-estimé en raison d'une mauvaise classification de l'exposition (Fisman et collab., 2005). En outre, notons qu'une relation dose-réponse positive entre le risque de légionellose et la pluie y a été mise en lumière, tout comme une relation dose-réponse positive selon l'humidité relative et une relation dose-réponse négative selon la vitesse des vents.

### **2.2.3 Maladies vectorielles**

#### *2.2.3.1 Les précipitations annuelles de l'année précédente sont fortement liées à l'incidence du virus du Nil occidental*

Aux États-Unis, de 2002 à 2004, le taux d'incidence du virus du Nil occidental (VNO) était plus fortement associé aux précipitations annuelles de l'année précédente qu'aux précipitations de l'année courante (Landesman et collab., 2007). Par exemple, plus l'indice standardisé de précipitations (ISP) de 2001 s'élevait plus le taux d'incidence de VNO en 2002 augmentait ( $r = 0,29$ ;  $p < 0,0001$ ), contrairement la hausse de l'ISP de 2002, laquelle

était associée à la diminution du taux d'incidence de VNO de la même année ( $r = -0,21$ ;  $p < 0,0001$ ) (précisions non rapportées au tableau 2).

À plus petite échelle géographique, il semble toutefois que l'ISP de 2001 soit positivement corrélé aux taux d'incidence de VNO de 2002 à l'est des États-Unis, alors qu'une corrélation négative aurait été observée entre l'ISP de 2002 et le taux de VNO de 2002 à l'ouest. De tels résultats suggèrent que la dynamique de transmission du VNO varie régionalement.

Enfin, il apparaît selon les chercheurs de cette étude que les précipitations annuelles prédisent mieux les éclosions de VNO que les précipitations saisonnières ou mensuelles.

### *2.2.3.2 Il existe un lien entre la pluie et la maladie de Lyme*

Aux États-Unis, de 1992 à 2002, une corrélation positive significative ( $r = 0,75$ ,  $p = 0,007$ ) a été observée entre la survenue de la maladie de Lyme et la pluie en mai et en juin (McCabe et Bunnell, 2004).

L'apparition de cas dépasse même la moyenne lorsqu'il y a plus de précipitations tardives au printemps ou tôt en été (par rapport à la moyenne), probablement en raison de l'augmentation de l'activité de la tique et de son taux de survie pendant les conditions humides.

### *2.2.3.3 La pluviosité a été associée à deux maladies fébriles : le syndrome fébrile d'origine inconnue et la dengue*

En Colombie, une étude a été réalisée auprès des patients âgés de plus de 5 ans souffrant d'un syndrome fébrile afin de documenter la relation entre le diagnostic de certaines maladies fébriles et la pluviosité (litre par mètres carrés par jour,  $l/m^2/j$ ) au cours des semaines précédant leur diagnostic (Díaz-Quijano et collab., 2008).

Dans les analyses multivariées, ajustées notamment pour certains mois de l'année,

- une augmentation par un facteur de 1,04 ( $IC_{95\%} : 1,01 - 1,08$ ;  $p = 0,045$ ) du nombre de consultations pour syndrome fébrile d'origine inconnue (dans les endroits où la dengue est endémique) a été observée pour chaque augmentation d'une unité de la pluviosité moyenne de la 5<sup>e</sup> semaine avant la consultation;
- de même qu'une augmentation par un facteur de 1,6 ( $IC_{95\%} : 1,15 - 2,22$ ;  $p = 0,006$ ) du nombre de consultations pour dengue pour chaque augmentation d'une unité de la pluviosité moyenne ( $l/m^2/j$ ) pour la période couvrant de la 4<sup>e</sup> à la 8<sup>e</sup> semaine (donc, un total de cinq semaines) avant la consultation.

La période de cinq semaines semble correspondre à l'histoire naturelle de la maladie de la dengue, soit quatre semaines pour le passage du stade « œuf » au stade « moustique » et une semaine d'incubation, après que la personne ait été piquée par le moustique – période au cours de laquelle apparaissent des symptômes comme la fièvre.

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
<p>Andrey J (2010) Long-term trends in weather- related crash risks. <i>Journal of transport Geography</i> 18(2): 247-258.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>précipitations, dont la pluie, en Ontario (ON), au Québec (QC), en Nouvelle-Écosse (NE) et au Nouveau-Brunswick (NB), Canada, 1984-2002.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>accidentés de la route à Toronto, Brampton, London, Sudbury Ottawa (ON), Gatineau, Montréal, Chicoutimi et Jonquière (QC), Moncton (NB), Halifax et Dartmouth (NE).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>Environment Canada;</li> <li><i>Transport Canada's National Collision Database</i> (TRAID).</li> </ul> </li> <li>Définitions : <ul style="list-style-type: none"> <li>période événement : toute période de 6 h avec précipitations de neige ou de pluie (<math>\geq 0,4</math> mm) observées <math>\geq 3</math> fois au début d'une période d'une heure (p. ex., à 12 h) et ayant fait l'objet de rapports météo pour <math>\geq 50</math> % des collisions;</li> <li>période contrôle : absence de précipitations, de conditions glacées, bonne visibilité;</li> <li>impacts santé : minimal (sans traitement), mineur (traitement sans hospitalisation), majeur (hospitalisation), fatal.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1984-2002 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>15 704 paires d'événement-contrôle (pluies : 11 291; neige : 4 413), dont 94 % avec blessures minimales ou mineures (majeures ou fatales : 6 %);</li> <li>73 825 collisions avec accidentés;</li> <li>67 150 accidentés lors de précipitations (événement) et 38 406 lors de conditions saisonnières sèches (contrôle), soit une <math>\uparrow</math> du risque de blessures de 75 % (RR : 1,75) en moyenne lors de précipitations (RR<sub>pluie</sub> : 1,72; RR<sub>neige</sub> : 1,87);</li> <li><math>\downarrow</math> du taux absolu d'accidentés par 10 millions kilomètres parcourus en véhicule, passant de 14,7 en 1984 à 7,3 en 2002;</li> <li><math>\downarrow</math> du RR d'être blessés dans une collision lorsqu'il pleut, passant de 1,9 en 1984 à 1,5 en 2002 (<math>\downarrow</math> moyenne de 0,0218 par année; p = 0,000);</li> <li>ces deux derniers résultats signifient une <math>\downarrow</math> du taux absolu d'accidentés par 10 millions kilomètres parcourus en véhicule lorsqu'il pleut, passant de 28 en 1984 à 11,1 en 2002;</li> <li>lors des événements pluvieux, tendance à la baisse observée généralement de façon statistiquement significative selon la sévérité des impacts santé (blessures minimales, ou mineures ou majeures ou fatales) et selon la sévérité des impacts santé (blessures minimales/mineures ou majeures/fatales) combinée avec la quantité totale de précipitations (0,39 - 2,00 mm; 2,01 - 10 mm; &gt; 10 mm) – résultats qui soutiennent la réalité de la tendance à la baisse des RR lorsqu'il pleut;</li> <li>globalement, changement non significatif pour les RR lors de précipitations de neige.</li> <li>Commentaire : De 1984 à 2002, réduction des blessures liées à la pluie de l'ordre de 60 % – les données ne permettent pas d'identifier les raisons spécifiques de cette tendance à la baisse.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Febriani Y, Levallois P, Gingras S, Gosselin P, Majowicz SE and Fleury, MD (2010) The association between farming activities, precipitation, and the risk of acute gastrointestinal illness in rural municipalities of Quebec, Canada: a cross-sectional study. <i>BMC Public Health</i> 10(48): 1-14.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pluie, Québec, Canada, 2007-2008.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1<sup>er</sup> groupe : résidents de 31 municipalités (mun.) rurales avec fortes activités agricoles (<math>\geq 25\%</math> de la surface pour des activités agricoles et d'élevage; indice de phosphore <math>\geq 20</math> kg/hectares (ha) par an; <math>\geq 2</math> unités animales/h de terre cultivée);</li> <li>- 2<sup>e</sup> groupe : résidents de 23 municipalités rurales avec faibles activités agricoles.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- questionnaires;</li> <li>- ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP) du Québec;</li> <li>- ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'Alimentation du Québec (MAPAQ);</li> <li>- données de surveillance des stations météorologiques du MDDEP.</li> </ul> </li> <li>Exclusions : <ul style="list-style-type: none"> <li>- population <math>&gt; 5\ 000</math> habitants (H);</li> <li>- fleuve Saint-Laurent comme source d'eau;</li> <li>- faible activité d'élevage en dedans de 30 km des sept lignes de partage des eaux.</li> </ul> </li> <li>Définitions : <ul style="list-style-type: none"> <li>- cas de maladie gastro-intestinale aiguë : <math>\geq 3</math> selles diarrhéiques en 24 heures ou vomissements dans les 28 jours précédant l'entrevue (diverses exclusions sont rapportées dans l'article);</li> </ul> </li> </ul>	<p>Avril 2007-avril 2008 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7 006 participants, dont 3 506 dans les mun. avec fortes activités agricoles et 3 500, avec faibles activités (taux de réponse : 56,7 %);</li> <li>p/r municipalités moins agricoles, les participants des municipalités fortement agricoles sont moins nantis (<math>p &lt; 0,001</math>), moins scolarisés (<math>p &lt; 0,001</math>) et plus homogènes sur le plan culturel (<math>p = 0,005</math>) (pas de différence selon le sexe, l'âge et le nombre de personnes/ménage);</li> <li>prévalence de maladies gastro-intestinales aiguës (MGIA) de 5,59 %;</li> </ul> <p>Analyses univariées (<math>p &lt; 0,05</math>) : prévalence de MGIA plus élevée</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>dans les mun. peu agricoles (6,84 %; fortement agricoles : 4,71 %);</li> <li>chez les <math>&lt; 10</math> ans ou les 20-29 ans (p/r 40-49), les gens ayant complété <math>\geq</math> niveau secondaire, vivant depuis <math>\leq 10</math> ans dans la communauté;</li> <li>chez les participants s'étant baignés dans une piscine municipale;</li> <li>l'hiver ou le printemps (p/r à l'automne);</li> <li>diverses associations non statistiquement significatives (p. ex., selon la quantité d'eau consommée, le traitement de l'eau; la source d'eau; le système d'eaux usées, la baignade dans un cours d'eau, la présence de fumier à <math>\leq 300</math> m de la maison, d'animaux de ferme, d'animaux domestiques, la consommation de divers aliments à risque de contamination comme les œufs crus).</li> </ul> <p>Analyse multivariée (régression logistique ajustée pour diverses variables socioéconomiques et comportementales) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>fortes activités agricoles associées négativement aux MGIA (RC = 0,70; IC<sub>95%</sub> : 0,51 - 0,96), en particulier chez les répondants utilisant des puits domestiques (RC = 0,49; IC<sub>95%</sub> : 0,32 - 0,74) – l'immunité est l'une des hypothèses explicatives émises par les auteurs;</li> <li>effet de modification significatif (<math>p = 0,046</math>) entre les précipitations cumulatives de la semaine 4 (22-28 jours avant le début des MGIA), la saison et la source d'eau, ce qui illustre un plus grand risque de MGIA lors de périodes de fortes précipitations l'automne et de très faibles précipitations l'été, mais cela dépend de la source d'eau utilisée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pour les répondants utilisant l'eau souterraine de la communauté comme principale source d'eau, les fortes précipitations l'été augmentent le risque de MGIA quatre semaines plus tard par 2,5 (RC = 2,51; IC<sub>95%</sub> : 1,12 - 5,62) p/r aux faibles précipitations;</li> </ul> </li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Febriani Y, Levallois P, Gingras S, Gosselin P, Majowicz SE and Fleury, MD (2010) (suite).	(≥ 25% de la surface pour des activités agricoles et d'élevage; indice de phosphore ≤ -20 kg/ha par an; ≤ 0,4 unités animales (ua), /ha de terre cultivée).	- saisons : hiver = 1 <sup>er</sup> décembre-29 février; printemps = 1 <sup>er</sup> mars-31 mai; été = 1 <sup>er</sup> juin-31 août; automne = 1 <sup>er</sup> septembre-30 novembre.	- pour les répondants utilisant l'eau de surface de la communauté comme principale source d'eau, les fortes précipitations l'automne ↑ augmentent le risque de MGIA quatre semaines plus tard par 10 (RC = 9,64; IC <sub>95%</sub> : 2,42 - 38,37) p/r aux faibles précipitations; o selon d'autres auteurs, les fortes précipitations peuvent faire pénétrer le fumier dans les eaux de surface et les eaux souterraines, libérant de grandes charges microbiennes pouvant contaminer les sources d'eau de consommation; - pour les répondants utilisant les puits domestiques comme principale source d'eau, les vraiment faibles précipitations l'été (temps sec) augmentent le risque de MGIA quatre semaines plus tard par 3 (RC = 3,02; IC <sub>95%</sub> : 1,12 - 8,13) p/r aux faibles précipitations; o selon d'autres auteurs, une période de très faibles précipitations l'été (sécheresse) peut amener un abaissement de la nappe phréatique et une contamination des eaux souterraines par les eaux de surface; une sécheresse amène aussi une concentration des eaux usées municipales/agricoles qui peut contaminer les sources d'eau.
Nichols G, Lane C, Asgari N, Verlander NQ & Charlett A (2009) Rainfall and outbreaks of drinking water disease and in England and Wales. <i>Journal of Water and Health</i> 07(1): 1-8.	• Aléas étudiés : - pluie, Angleterre et Pays de Galles, 1910-1999. • Population étudiée : - éclosions d'origine hydrique.	• Étude à visée étiologique. • Sources de données : - Medline; - <i>Communicable Disease Reports</i> ; - rapports non publiés du HPA Centre for Infections; - rapports publiés; - British Atmospheric Data Centre (BADC); - Natural Environment Research Council's (NERC). • Définitions: - éclosions : ≥ 2 cas de maladies infectieuses associées à une source d'eau potable;	1910-1999 : • 111 éclosions associées à la consommation d'eau, dont 14 à <i>Campylobacter</i> , 37 au <i>Cryptosporidium</i> , 3 à <i>Giardia</i> , 9 mixtes, 10 à un autre agent infectieux, 31 typhoïde/paratyphoïde, 7 de source infectieuse inconnue; • 89 éclosions incluses dans l'étude (location de l'éclosion inconnue : 13; date inconnue : 7; données manquantes sur la pluie : 2). Comparaisons entre les nombres de cas-années et de contrôles-années selon le nombre de jours (j) avant l'éclosion (1-7 j, 8-14 j, 15-21 j, 22-28 j, 8-28 j; régression logistique conditionnelle, RC présentés dans l'article, groupe de comparaison = contrôles-années, p/r c.-a.) : • associations significatives (p < 0,01) entre la pluie et les éclosions (p/r c.-a.) pour chacune des quatre semaines avant la date de l'éclosion; • associations significatives entre les précipitations cumulatives > 40 mm et les excès d'éclosions sept jours plus tard (p/r c.-a.) pour chacune des quatre semaines étudiées; • association significative entre les faibles précipitations cumulatives (≤ 10 mm, > 10 à ≤ 20 mm) et l'excès d'éclosions de 8 à 28 jours plus tard (p/r c.-a.; p = 0,002);

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Nichols G, Lane C, Asgari N, Verlander NQ & Charlett A (2009) (suite).		<ul style="list-style-type: none"> <li>- cas représentés par 90 jours précédant l'éclosion (lieu et moment de l'éclosion connus);</li> <li>contrôles par une même période de 90 jours, cinq ans précédant l'éclosion; (devis cas-croisé);</li> <li>- saisons : printemps, de mars à avril; été, de juin à août; automne, de septembre à novembre; hiver, de décembre à février.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• faible risque d'éclosions (p/r c.-a.) après des précipitations cumulatives de &gt; 10 à ≤ 20 mm pour chacune des quatre semaines étudiées;</li> <li>• risque élevé d'éclosions (p/r c.-a.) quand la source d'eau est souterraine après des précipitations cumulatives de &gt; 20 à ≤ 40 mm pour les périodes 15-21 j et 22-28 j;</li> <li>• risque plus élevé d'éclosions au printemps (p/r aux autres saisons) et avec une distribution d'eau privée (p/r à canalisations) pour les périodes 15-21 j et 22-28 j – deux variables pouvant confondre la relation entre les éclosions et les précipitations (termes d'interaction : <math>p \geq 0,2</math>).</li> <li>• Commentaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Selon les auteurs, les résultats mettent l'emphase sur les conditions climatiques qui pourraient augmenter le risque d'éclosions : <ul style="list-style-type: none"> <li>o association significative entre les faibles précipitations cumulatives et l'excès d'éclosions de 8 à 28 jours plus tard;</li> <li>o associations significatives entre l'excès d'éclosions et de fortes précipitations cumulatives pour chacune des quatre semaines étudiées.</li> </ul> </li> <li>- Selon les auteurs, ces résultats suggèrent aux gestionnaires d'infrastructures liées à l'eau de mettre l'accent sur les périodes de faibles pluies et de fortes pluies lors de la formulation de leurs plans de sécurité publique.</li> </ul> </li> </ul>
Abe T, Tokuda Y, Ohde S, Ishimatsu S, Nakamura T & Birrer RB (2008) The influence of meteorological factors on the occurrence of trauma and motor vehicle collisions in Tokyo. <i>Emerg Med Journal</i> 25 : 769-772.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- paramètres météorologiques dont les pluies, Tokyo, Japon, 2005.</li> </ul> </li> <li>• Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- accidentés de la route transportés en ambulance à l'hôpital.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude à visée étiologique.</li> <li>• Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- rapports des transports ambulanciers (Tokyo Fire Department);</li> <li>- publications officielles du Japan Meteorological Agency.</li> </ul> </li> <li>• Définitions : <ul style="list-style-type: none"> <li>- printemps : mars à mai;</li> <li>- été : juin à août;</li> <li>- automne : septembre à novembre;</li> <li>- hiver : décembre à février.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1<sup>er</sup> janvier-31 décembre 2005 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 226 339 (35 %) des 643 849 patients transportés en ambulance avaient des traumatismes; âge moyen de 46 ans; 59 % des hommes; 22,5 % des patients admis à l'hôpital;</li> <li>• 94 916 (42 %) patients avec traumas liés aux collisions de véhicules routiers; âge moyen de 37 ans; 59 % de sexe masculin; 11,5 %, hospitalisés;</li> <li>• Relativement aux nombres de traumas par heure : les plus fortes occurrences pour l'ensemble des traumas et pour les traumas liés aux collisions de patients surviennent de 17 h à 18 h; les plus faibles occurrences de 4 h à 5 h.</li> </ul> <p>Analyse de séries temporelles (ARIMA) évaluant la relation entre les variables météorologiques et la survenue des traumas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ significative de 0,098 du nombre moyen de traumas pour chaque ↑ d'un degré centigrade de la température ambiante (<math>p &lt; 0,001</math>);</li> <li>• ↑ significative de 0,133 du nombre moyen de traumas pour chaque ↑ d'un mm de pluie (<math>p &lt; 0,05</math>);</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Abe T, Tokuda Y, Ohde S, Ishimatsu S, Nakamura T & Birrer RB (2008) (suite).			<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ significative de 0,991 du nombre moyen de traumatismes lors des congés (samedi, dimanche et congés fériés) (<math>p &lt; 0,001</math>);</li> <li>• relations non statistiquement significatives avec l'humidité et la pression atmosphérique.</li> </ul> <p>Analyse de séries temporelles (ARIMA) évaluant la relation entre les variables météorologiques et la survenue des traumatismes dus à la collision de véhicules moteurs :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ significative de 0,025 du nombre moyen de traumatismes pour chaque ↑ d'un degré centigrade de la température ambiante (<math>p &lt; 0,05</math>);</li> <li>• ↑ significative de 0,121 du nombre moyen de traumatismes pour chaque ↑ d'un mm de pluie (<math>p &lt; 0,01</math>);</li> <li>• ↑ significative de 0,261 du nombre moyen de traumatismes lors des congés (samedi, dimanche et congés fériés) (<math>p &lt; 0,01</math>);</li> <li>• relations non statistiquement significatives avec l'humidité et la pression atmosphérique.</li> <li>• Commentaire : Les fortes températures, les pluies et les congés sont associés à l'augmentation de l'occurrence des transports ambulanciers de patients avec traumatismes, incluant des traumatismes liés aux collisions de véhicules moteurs. Sur la base de données en continu, les agences publiques seraient capables de donner des consignes sécuritaires à la population.</li> </ul>
Bi P, Cameron AS, Zhang Y, & Parton KA (2008) Weather and notified <i>Campylobacter</i> infections in temperate and sub-tropical regions of Australia: an ecological study. <i>J Infect</i> 57(4): 317-23.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aléas étudiés : - paramètres météorologiques dont les pluies, Adelaïde et Brisbane, Australie, 1990-2005.</li> <li>• Population étudiée : - cas d'infections à <i>Campylobacter</i> confirmés en laboratoire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude à visée étiologique.</li> <li>• Sources de données : - Communicable Diseases Control Branches (CDCB) of the South Australian Department of Health and Queensland Department of Health; - Station météorologique des aéroports.</li> </ul>	<p>1990-2005 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 211 notifications d'infections à <i>Campylobacter</i> à Adelaïde (climat tempéré méditerranéen), dont 20,12 % chez les enfants de moins de 5 ans; pas de changement significatif au cours des saisons; toutefois, en moyenne, les pics de <i>Campylobacter</i> les plus importants apparaissent tard au printemps (semaines 45 à 48) et en hiver (semaines 28 à 33);</li> <li>• 14 697 notifications d'infections à <i>Campylobacter</i> à Brisbane (climat subtropical); pas de distribution saisonnière claire, mais on observe une augmentation importante tard au printemps (semaines 40 à 47) et en été (semaines 52 à 2).</li> </ul> <p>Séries chronologiques (modèle de Poisson) pour Adelaïde :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le nombre de notifications d'infections à <i>Campylobacter</i> durant la semaine courante est positivement lié aux nombres de cas apparus la semaine précédente (coefficient = 0,016, <math>p &lt; 0,001</math>), les deux (coefficient = 0,005; <math>p &lt; 0,001</math>) et trois semaines précédentes (coefficient = 0,006, <math>p &lt; 0,001</math>);</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Bi P, Cameron AS, Zhang Y, & Parton KA (2008) (suite).			<ul style="list-style-type: none"> <li>• ↓ des notifications d'infections avec la température maximale hebdomadaire dans les neuf semaines précédentes (coefficient = -0,007, p = 0,001);</li> <li>• ↑ des notifications avec la pluie (coefficient = 0,010, p = 0,008);</li> <li>• ↓ des notifications d'infections selon la saison (coefficient = -0,021, p = 0,025);</li> <li>• pas de différence selon l'humidité relative (variable exclue du modèle).</li> </ul> <p>Séries chronologiques (modèle de Poisson) pour Brisbane :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• le nombre de notifications d'infections à <i>Campylobacter</i> durant la semaine courante est positivement lié aux nombres de cas apparus la semaine précédente (coefficient = 0,014, p &lt; 0,001), les deux (coefficient = 0,013, p = 0,010), trois (coefficient = 0,004, p = 0,010) et quatre (coefficient = 0,003, p = 0,011) semaines précédentes;</li> <li>• ↑ des notifications avec la température maximale hebdomadaire dans les six semaines précédentes (coefficient ajusté pour la saison = 0,009, p = 0,001);</li> <li>• ↓ des notifications d'infections avec l'humidité relative à 9 h dans les 3 semaines précédentes (coefficient ajusté pour la saison = -0,005, p &lt; 0,001);</li> <li>• pas de différence selon les pluies (variable exclue du modèle).</li> </ul> <p>• Commentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- À Adelaïde comme à Brisbane, les modèles de régression indiquent que le nombre de nouveaux cas dans une semaine donnée pourrait être lié aux nombres de cas dans les semaines précédentes. Selon les auteurs, de telles informations pourraient fournir un indicateur aux communautés locales et aux autorités de la santé.</li> <li>- Dans cette étude, la surveillance a été réalisée sur une base hebdomadaire. Selon les auteurs, les données mensuelles ne peuvent fournir de renseignements récents pour les maladies liées à l'alimentation et seraient moins sensibles pour détecter les impacts liés au climat. Les données quotidiennes sont trop éparpillées pour réaliser adéquatement les analyses.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Diaz-Quijano F, Gonzalez-Rangel A, Gomez-Capacho A, Espindola-Gomez R, Martinez-Vega R, & Villar-Centeno L (2008) [Rainfall and acute febrile syndrome in a dengue-endemic area]. <i>Rev Salud Publica (Bogota)</i> 10(2): 250-9.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pluie, Colombie, 2006.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- patients &gt; 5 ans avec syndrome fébrile, Bucaramanga, Colombie.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- consultations externes de deux cliniques;</li> <li>- mesures de la pluviosité (Instituto de Estudios Ambientales Y Meteorológicos).</li> </ul> </li> </ul>	<p>Période de mars à septembre 2006 (30 semaines) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>558 patients avec syndrome fébrile, dont 240 ont été exclus du fait qu'ils avaient contracté un autre type d'infection (p. ex., otite);</li> <li>les 318 cas restants ont été considérés comme ayant un diagnostic de syndrome fébrile d'origine inconnue;</li> <li>parmi ces 318 cas, 281 ont subi un test sérologique au septième jour après la consultation et 81 ont reçu un diagnostic clair de dengue (IgM positif).</li> </ul> <p>Analyse multivariée (régression linéaire ajustée pour les mois d'avril à septembre, les congés fériés et pour la clinique) - syndrome fébrile d'origine inconnue (n = 318) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>augmentation par un facteur de 1,04 (IC<sub>95</sub> % : 1,01 - 1,08; p = 0,045) du nombre de consultations pour syndrome fébrile d'origine inconnue (dans les endroits où la dengue est endémique) pour chaque augmentation d'une unité de la pluviosité moyenne (litre par mètres carrés par jour, l/m<sup>2</sup>/j) de la cinquième semaine avant la consultation.</li> </ul> <p>Analyse multivariée (régression linéaire ajustée pour les mois d'avril à septembre, les congés fériés et pour la clinique) - dengue (n = 81) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>augmentation par un facteur de 1,6 (IC<sub>95</sub> % : 1,15 - 2,22; p = 0,006) du nombre de consultations pour dengue pour chaque augmentation d'une unité de la pluviosité moyenne (l/m<sup>2</sup>/j) pour la période couvrant les 4 à 8 semaines (donc, un total de cinq semaines) avant la consultation.</li> <li>Commentaire : La période de cinq semaines semble correspondre à l'histoire naturelle de la maladie de dengue, soit quatre semaines pour le passage du stade « œuf » au stade « moustique » et une semaine d'incubation, après que la personne ait été piquée par le moustique – période au cours de laquelle apparaissent des symptômes comme la fièvre.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
<p>Qiu L &amp; Nixon WA (2008) Effects of Adverse Weather on Traffic Crashes. <i>Transportation Research Record : Journal of the Transportation Research Board</i> 2055 : 139-146.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- paramètres météorologiques dont les pluies, États-Unis, Canada, Royaume-Uni, 1967-2005.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Américains, Canadiens et Anglais ayant eu un accident de la route.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 34 études ayant évalué l'association entre les facteurs météorologiques et la sécurité routière.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De façon générale, risques d'accidents (décès, ou blessures, ou dommages matériels seulement) associés aux conditions météorologiques défavorables comparativement aux conditions normales.</li> <li>Relativement à la pluie (sur 6 heures, quantité totale &gt; 4 mm) : <ul style="list-style-type: none"> <li>↑ de 71 % (n = 10; IC<sub>95</sub> % : 31 % - 111 %) du taux d'accidents; ↑ de 49 % (n = 7; IC<sub>95</sub> % : 28 % - 70 %) du taux de blessures liées aux accidents; ↑ de 8 % du taux d'accidents mortels de 8 % (n = 1);</li> <li>↓ du taux décès/blessures/dommages matériels de 80 % (n = 4, IC<sub>95</sub> % : 43 % - 118 %) pour la période 1950-1979 à 29 % (n = 2, IC<sub>95</sub> % : 10 % - 49 %) pour la période 1980-1989, puis ↑ du taux à 70 % (n = 4, IC<sub>95</sub> % : 30 % - 11 %) pour la période 1990-2005;</li> <li>variations considérables entre les pays pour les taux d'accidents (Canada : 73 %, n = 5, IC<sub>95</sub> % : 32 % - 113 %; États-Unis : 58 %, n = 3, IC<sub>95</sub> % : 28 % - 88 %; Royaume-Uni : 24 %, n = 1) et pour les taux de blessures associées aux accidents (Canada : 50 %, n = 2, IC<sub>95</sub> % : 39 % - 61 %; États-Unis : 21 %, n = 1; Royaume-Uni : 42 %, n = 2, IC<sub>95</sub> % : 28 % - 56 %).</li> </ul> </li> <li>Commentaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Méta-analyse quantitative.</li> <li>- Les événements avec précipitations sont associés avec une hausse considérable des taux d'accidents et de blessures, particulièrement avec la neige (données non présentées dans ce résumé), mais aussi avec la pluie.</li> </ul> </li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Hicks LA, Rose CE, Jr., Fields BS, Drees ML, Engel JP, Jenkins PR, Rouse BS, Blythe D, Khalifah AP, Feikin DR, & Whitney CG (2007) Increased rainfall is associated with increased risk for legionellosis. <i>Epidemiol Infect</i> 135(5): 811-7.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>pluies, Delaware, Maryland, Caroline du Nord, Pennsylvanie et Virginie (États-Unis), 1990-2003</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>cas d'infections cliniquement compatibles avec la légionellose et confirmés en laboratoire.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li><i>National Electronic Telecommunications System for Surveillance</i> (NETSS);</li> <li>U.S. Census Bureau;</li> <li>entrevues avec questionnaire sur l'exposition;</li> <li>National Oceanic and Atmospheric Administration's National Climatic Data Center.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Taux de légionellose et de pluie très variables de 1998 à 2003, mais la hausse des premiers correspond généralement avec la hausse des seconds;</li> <li>↑ du taux de légionellose de 0,39 cas/100 000 de mai à septembre 1990-2002 à 1,23 cas/100 000 durant les mêmes mois en 2003, soit une hausse de 315 % (<math>p &lt; 0,001</math>);</li> <li>↑ de la quantité de pluie moyenne mensuelle, passant de 10,4 cm de mai à septembre 1990-2000 à 15,7 cm pendant la même période en 2003 (changements dans la pluviosité).</li> </ul> <p>Analyse de régression binomiale négative évaluant la relation entre l'incidence mensuelle de légionellose et la quantité totale de pluie par mois, ajustée pour l'État et l'année :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↑ du risque de légionellose de 2,6 % pour chaque augmentation de pluie d'un cm (RR : 1,026; IC<sub>95 %</sub> : 1,012 - 1,040);</li> <li>↑ du risque de légionellose de 2,8 % pour chaque augmentation de la température d'un degré Celsius (RR : 1,028; IC<sub>95 %</sub> : 1,021 - 1,035);</li> <li>↑ du risque de légionellose d'environ 14,6 % dû aux changements dans la pluviosité (RR : 1,146; IC<sub>95 %</sub> : 1,067 - 1,231).</li> <li>Commentaire : Étude écologique, possibilité de variables confondantes non considérées ou non mesurées.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Landesman WJ, Allan BF, Langerhans RB, Knight TM, & Chase JM (2007) Inter-annual associations between precipitation and human incidence of West Nile virus in the United States. <i>Vector-Borne Zoonotic Dis</i> 7(3): 337-43.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- précipitations dont les pluies, États-Unis, 2002-2004.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- comtés ayant rapporté au moins un cas humain de virus du Nil occidental (VNO) et dont l'indice standardisé des précipitations (ISP) était disponible (619 comtés en 2002, 941 en 2003 et 387 en 2004).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>National Agricultural Decision Support System (NADSS) databank</i>;</li> <li>- <i>United States Geological Survey web page</i>;</li> <li>- <i>United States county shape file</i>.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Analyse des corrélations entre le taux d'incidence de VNO et les valeurs de l'ISP :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>les taux annuels d'incidence (TIs) de VNO de 2002, de 2003 ou de 2004 étaient plus fortement corrélés aux valeurs de l'ISP de l'année précédente (p. ex., 2001 pour le taux d'incidence de 2002) qu'aux valeurs de l'ISP de la même année (p. ex., 2002 pour le taux d'incidence de 2002);</li> <li>en 2002, une association positive a été observée entre les TIs de VNO et les valeurs de l'ISP de l'année précédente dans les régions situées à l'est des États-Unis;</li> <li>en 2003 et en 2004, des associations négatives ont été observées entre les TIs de VNO et les valeurs de l'ISP de la même année dans les régions situées à l'ouest des États-Unis.</li> <li>Commentaires :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ces données suggèrent que le taux d'incidence du VNO est plus fortement associé aux précipitations annuelles de l'année précédente qu'aux précipitations de l'année courante.</li> <li>- Les précipitations annuelles prédisent mieux les éclosions de VNO que les précipitations saisonnières ou touchant un mois donné.</li> <li>- La dynamique de transmission semble changer selon les régions.</li> </ul> </li> </ul>
Keay K & Simmonds I (2006) Road accidents and rainfall in a large Australian city. <i>Accident Analysis and Prevention</i> 38 : 445-454.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- pluies, Melbourne, Australie, 1987-2002.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- usagers des autoroutes de Monash et Westgate, Australie.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique</li> <li>Périodes étudiées :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1987-1991, 1992-1996 et 1997-2002.</li> </ul> </li> <li>Sources de données :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- données des accidents de la route et du volume de la circulation (<i>VicRoads</i>);</li> <li>- Australian Bureau of Meteorology.</li> </ul> </li> <li>Définition :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- volume normalisé d'accidents (VNC) : ratio du nombre d'accidents et du volume de circulation normalisé à une moyenne d'unité;</li> </ul> </li> </ul>	<p>Le volume quotidien normalisé d'accidents (VNC) les jours de pluie vs les jours sans précipitations (% de la moyenne des jours secs) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>7,7 fois plus d'accidents (volume-normalisé, v-n) de 1987 à 1991 (↑ de 16,7 %);</li> <li>5,3 fois plus d'accidents (v-n) de 1992 à 1996 (↑ de 19 %);</li> <li>3,4 fois plus d'accidents (v-n) de 1997 à 2002 (↑ de 13,2 % - période caractérisée par des précipitations de pluie sous la moyenne);</li> <li>plus la quantité de pluie (en mm) ↑, plus le VNC ↑ (0-1 mm : 4,6 %; 1-2 : 10 %; 2-5 : 20 %; 5-10 : 30 %; 10-20 mm : 40 %; &gt; 20 : 60 %);</li> <li>les relations entre le moment de la journée et les VNC ne semblent pas associées à la température.</li> </ul> <p>Risque relatif d'accidents quotidien (RR) durant les conditions de pluie comparativement aux conditions sèches (1992-1996 vs 1987-1991) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>RR de 1,67 pour l'ensemble des périodes de 3 h (soit une ↑ de 4 %);</li> <li>période la plus à risque : de 3 à 6 h, RR = 2,59 (soit une ↑ de 18 %);</li> <li>↓ du risque d'accidents de 6 à 9 h, RR = 1,62 (soit une ↓ de 4 %) et de 12 à 15 h, RR = 1,41 (soit une ↓ de 15 %).</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Keay K & Simmonds I (2006) (suite).		<ul style="list-style-type: none"> <li>- effet de la pluie : nombre additionnel d'accidents le jour de pluie exprimé comme un pourcentage de la moyenne journalière sans précipitations;</li> <li>- été, de décembre à février; automne, de mars à avril; hiver, de juin à août; printemps, de septembre à novembre.</li> </ul>	<p>Plus la période sèche s'allonge, plus la survenue de la pluie après cette période est associée à un risque élevé d'accidents :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ du VNC de 9,9 %, 8,9 % et 9 % respectivement en 1987-1991, 1992-1996 et 1997-2002 après une période sèche de 1 à 5 jours;</li> <li>• ↑ du VNC de 17,9 %, 19,5 % et 17,9 % respectivement en 1987-1991, 1992-1996 et 1997-2002 après une période sèche de plus de 5 jours.</li> </ul> <p>Le risque lié à la survenue de la première pluie après une période sèche augmente en fonction de la durée de cette période et de la quantité de pluie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ du VNC de 5 % selon une quantité de pluie de 0 à 5 mm après une période sèche de 1 à 5 jours;</li> <li>• ↑ du VNC de 30 % selon une quantité de pluie &gt; 10 mm après une période sèche de plus de 5 jours.</li> <li>• Commentaire : La pluie est significativement associée à un risque élevé d'accidents. Ce risque est très élevé après une période sèche et varie selon la quantité de pluie tombée lors de la première averse.</li> </ul>
Rising WR, O'Daniel JA & Roberts SR (2006) Correlating Weather and Trauma Admissions at a Level I Trauma Center. <i>Journal of Trauma Injury, Infection, and Critical care</i> 60 (5) : 1096-1100.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aléas étudiés : - précipitations, États-Unis, 1996-2002.</li> <li>• Population étudiée : - patients de l'Institut de traumatisme de l'Université de Louisville.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude à visée étiologique.</li> <li>• Période étudiée : - 1<sup>er</sup> juillet 1996 au 31 janvier 2002.</li> <li>• Sources de données - <i>University of Louisville's Trauma Institute Registry data</i>; - National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).</li> </ul>	<p>1996-2002 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 8 269 admissions pour traumatismes en 48 984 heures, soit 1 admission aux 6 h;</li> <li>• pic d'incidence le plus élevé : à 17 h, le plus bas à 5 h;</li> <li>• ↑ du taux d'incidence de traumatismes de 3,62 % par an, <math>p &lt; 0,001</math>.</li> </ul> <p>Analyse multivariée (régression de Poisson et binomiale négative) évaluant la relation entre le taux d'incidence des traumatismes et les variables météorologiques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ↑ du taux d'incidence de traumatismes de 5,25 % par heure pour chaque ↑ de 10° F la température (maximum des 24 heures précédentes), <math>p &lt; 0,001</math>;</li> <li>• ↑ du taux d'incidence de traumatismes de 60,78 % pour chaque ↑ de 2,5 cm des précipitations totales (dans les trois heures précédentes), <math>p &lt; 0,001</math>;</li> <li>• ↓ du taux d'incidence de traumatismes de 1,36 % pour chaque ↑ de 10 % d'humidité relative, <math>p = 0,08</math>;</li> <li>• relations non significatives avec les indicateurs liés aux vents (<math>p &gt; 0,10</math>).</li> <li>• Commentaire : Une seule source de données qui n'inclut que les admissions pour traumatismes au service de chirurgie générale.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Thomas KM, Charron DF, Waltner-Toews D, Schuster C, Maarouf AR, & Holt JD (2006) A role of high impact weather events in waterborne disease outbreaks in Canada, 1975-2001. <i>Int J Environ Health Res</i> 16(3): 167-80.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- pluies diluviennes et fonte printanière, Canada, 1975-2001.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- cas d'éclotions de maladie d'origine hydrique identifiés comme probables ou définitivement liés à l'eau.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Meteorological data</i>, Environment Canada;</li> <li>- <i>HYDAT database</i>, Environment Canada;</li> <li>- <i>Atlas of Canada website</i> (Natural Resources Canada);</li> <li>- Données sur 288 éclotions de maladies d'origine hydrique compilées par Shuster <i>et al.</i> (2005) <i>Infectious disease outbreaks related to drinking water in Canada, 1974-2001. Can J Pub Health</i> 96:254-258.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1975-2001 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>92 éclotions de maladies d'origine hydrique, touchant huit des 15 éco-zones terrestres dont 32 % dans l'éco-zone des plaines à forêts mixtes, 27 % dans l'éco-zone du bouclier boréal, et 17 % dans l'éco-zone maritime de l'Atlantique;</li> <li>éclotions tout le long de l'année, avec de plus fortes proportions en juillet et en mars (16 %), puis en juin et en avril (13 %) – soit 35 % des éclotions en été (juin, juillet et août).</li> </ul> <p>Analyse (régression logistique) évaluant la relation entre la pluie et les éclotions d'origine hydrique, ajustée pour diverses variables environnementales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↑ significative de 2,283 (IC<sub>95</sub> % : 1,216 - 4,285) de la cote relative d'une éclotion avec des pluies intenses allant au-delà du 93<sup>e</sup> percentile (par rapport aux pluies intenses allant en deçà du 93<sup>e</sup> percentile);</li> <li>↑ significative de 1,007 (IC<sub>95</sub> % : 1,002 - 1,012) de la cote relative d'une éclotion pour chaque augmentation de degré-jour – un résultat pouvant représenter les conditions printanières (fonte) ou une interaction entre la pluie et la température.</li> <li>Commentaire : Devis cas-croisé (1 cas pour 4 témoins).</li> </ul>
Atherton WG, Harper WM & Abrams KR (2005). A year's trauma admissions and the effect of the weather. <i>Injury, International Journal of the Care of the injured</i> 36 : 40-46.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- paramètres météorologique dont les pluies, Angleterre, 1998.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- personnes hospitalisées pour traumatismes au Leicester Royal Infirmary.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Accident and Emergency Department du Leicester Royal Infirmary;</li> <li>- médecins généralistes;</li> <li>- Meteorological Office.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1<sup>er</sup> janvier - 31 décembre 1998 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>2 914 patients admis, dont 2 279 adultes et 635 enfants;</li> <li>↑ des admissions en été, ↓ en hiver.</li> </ul> <p>Analyse bivariée évaluant le lien entre les admissions pour traumatismes et les variables météorologiques : association positive entre :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>la température (intervalles de 5 °C) (T) maximale et les admissions quotidiennes (adm.) totales (p &lt; 0,0001) ou pédiatriques (p &lt; 0,0001);</li> <li>T minimale et les adm. totales (p = 0,0004) ou pédiatriques (p &lt; 0,0001);</li> <li>les pluies quotidiennes (10 mm) et les adm. pédiatriques (p = 0,008);</li> <li>l'ensoleillement (intervalle : 1 h) et les adm. totales (p = 0,001) ou pédiatriques (p &lt; 0,0001);</li> <li>la saison et les adm. totales (p = 0,006) ou pédiatriques (p &lt; 0,0001);</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Atherton WG, Harper WM & Abrams KR (2005) (suite).			<ul style="list-style-type: none"> <li>• le jour de la semaine et les adm. totales (<math>p &lt; 0,0001</math>), chez les adultes (<math>p &lt; 0,0001</math>), ou pour fractures du cou ou du fémur (<math>p &lt; 0,0001</math>);</li> <li>• le mois de l'année et les adm. totales (<math>p = 0,0007</math>) ou pédiatriques (<math>p &lt; 0,0001</math>).</li> </ul> <p>Analyse multivariée (régression de Poisson) des admissions totales :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T maximale (RTI : 1,03; IC<sub>95 %</sub> : 0,99 - 1,07);</li> <li>• par rapport aux samedi et dimanche, plus d'achalandage le lundi, puis diminution jusqu'au vendredi (données non présentées dans ce tableau);</li> <li>• par rapport au mois d'avril, davantage d'achalandage au mois de mai, suivi du mois d'octobre (relations non significatives pour les autres mois; données non présentées dans ce tableau).</li> </ul> <p>Analyse multivariée des admissions pour adultes :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• par rapport aux samedi et dimanche, plus d'achalandage le lundi, puis diminution jusqu'au vendredi (données non présentées dans ce tableau).</li> </ul> <p>Analyse multivariée des admissions pédiatriques :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• T maximale (RTI : 1,11; IC<sub>95 %</sub> : 1,03 - 1,19);</li> <li>• T minimale (RTI : 1,24; IC<sub>95 %</sub> : 1,12 - 1,38);</li> <li>• ensoleillement (RTI : 1,04; IC<sub>95 %</sub> : 1,02 - 1,06).</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Commentaire : En analyse multivariée, aucun type d'admissions n'a été associé aux pluies.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Fisman DN, Lim S, Wellenius GA, Johnson C, Britz P, Gaskins M, Maher J, Mittleman MA, Spain CV, Haas CN, & Newbern C (2005) It's not the heat, it's the humidity: wet weather increases legionellosis risk in the greater Philadelphia metropolitan area. <i>J Infect Dis</i> 192(12): 2066-73.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>paramètres météorologiques dont les pluies, Philadelphie, États-Unis, 1995-2003.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>cas d'infections cliniquement compatibles avec la légionellose et associés avec l'isolement d'une espèce de <i>Legionellaceae</i>, ou la détection de <i>L. pneumophila</i> séro-groupe 1 ou une hausse des titres d'anticorps de <i>L. pneumophila</i> séro-groupe 1.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>données de recensement 2000;</li> <li><i>National Notifiable Diseases Surveillance System</i>;</li> <li>autorités sanitaires;</li> <li>stations météorologiques des aéroports des comtés de Montgomery et de Philadelphie.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1995-2003 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>240 cas de légionellose (60 % des hommes; 12 % des cas sont décédés), dont l'incidence augmente avec l'avancement en âge;</li> <li>cas sporadiques : 94 %; cas associés à des éclosions : 6 %;</li> <li>taux d'incidence annuel brut : 6,89 cas par 100 000 personnes; ajusté pour diverses variables : 6,69 cas par 100 000 personnes;</li> <li>variation saisonnière de la légionellose, <math>p &lt; 0,001</math>;</li> <li>↑ des cas de légionellose dans le temps, <math>p &lt; 0,001</math>.</li> </ul> <p>Analyse (régression de Poisson) de l'incidence de la légionellose en fonction des paramètres météorologiques mensuels (analyse multivariée) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↑ du ratio du taux d'incidence de légionellose (RTI) pour chaque ↑ de 1 % de l'humidité relative moyenne (RTI = 1,09; IC<sub>95 %</sub> : 1,05 - 1,13);</li> <li>↓ du RTI pour chaque ↑ de 1 km/h de la vitesse moyenne des vents (RTI = 0,95; IC<sub>95 %</sub> : 0,92 - 0,99);</li> <li>↑ du RTI pour chaque ↑ de 1 °C de la température maximale moyenne (RTI = 1,06; IC<sub>95 %</sub> : 1,04 - 1,09).</li> </ul> <p>Analyse cas-croisé :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↑ du RTI de 2,48 (IC<sub>95 %</sub> : 1,30 - 3,12) six à dix jours après la pluie (pas d'association avec la pluie durant une période probable d'incubation ou plus de 10 jours avant la survenue des cas);</li> <li>↑ du RTI de 1,076 (IC<sub>95 %</sub> : 1,048 - 1,106) pour chaque ↑ de 1 % de l'humidité relative moyenne (pas d'association avec l'humidité durant une période probable d'incubation ou plus de 10 jours avant la survenue des cas);</li> <li>↓ du RTI de 0,986 (IC<sub>95 %</sub> : 0,978 - 3,12) pour chaque ↑ de 1 km/h de la vitesse moyenne du vent six à dix jours avant la survenue des cas;</li> <li>association entre la survenue des cas et une pression barométrique élevée plus de 10 jours avant la survenue des cas, de même qu'avec une pression barométrique faible dans les 5 jours suivant la survenue des cas (période d'incubation).</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Fisman DN, Lim S, Wellenius GA, Johnson C, Britz P, Gaskins M, Maher J, Mittleman MA, Spain CV, Haas CN, & Newbern C (2005) (suite).			<p>Relation dose-réponse :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>relation dose-réponse positive des RTI selon la pluie (<math>p = 0,03</math>) et selon l'humidité relative (<math>p &lt; 0,001</math>);</li> <li>relation dose-réponse négative des RTI selon la vitesse des vents (<math>p &lt; 0,001</math>).</li> <li>Commentaire : Possibilité de sous-estimation du risque liée à la mauvaise classification possible de l'exposition.</li> </ul>
Naumova EN, Christodouleas J, Hunter PR, & Syed Q (2005) Effect of precipitation on seasonal variability in cryptosporidiosis recorded by the North West England surveillance system in 1990-1999. <i>J Water Health</i> 3(2): 185-96.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : - précipitations dont les pluies, région nord-ouest de l'Angleterre, 1990-1999.</li> <li>Population étudiée : - cas confirmés en laboratoire de <i>Cryptosporidium parvum</i> rapportés par 15 autorités sanitaires.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données : - autorités sanitaires; - Office of National Statistics, Population Estimates Units; - <i>UK Climatic Centre's website</i>.</li> </ul>	<p>1990-1999 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>8 094 cas de cryptosporidiose;</li> <li>grande variabilité géographique du taux moyen de cas par semaine par million d'habitants (<math>\pm</math> écart type), allant de 0,23 cas (<math>\pm 0,9</math>) à 7,67 cas (<math>\pm 12,0</math>) (taux moyen : 2,46 cas <math>\pm 1,91</math>);</li> <li>taux médian ajusté de 1,90 cas (<math>\pm 0,44</math>) par semaine durant la période endémique;</li> <li>deux pics, le premier de 4,15 cas par semaine (<math>\pm 0,73</math>) au printemps, le second de 3,09 cas par semaine (<math>\pm 0,47</math>) à l'automne – soit des taux respectivement 3,5 et 3 fois plus élevés que le niveau endémique.</li> </ul> <p>Analyse de séries temporelles (distribution de Poisson) évaluant l'effet de la pluie sur le taux de cryptosporidiose :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><math>\uparrow</math> du taux hebdomadaire de cryptosporidiose de 27 % (IC<sub>95</sub> % : 21 % - 33 %) avec une accumulation de pluie de 22 mm (75<sup>e</sup> percentile) la semaine précédente;</li> <li>le modèle explique 30 % (selon les régions : de 21 à 59 %) de la variabilité dans les taux hebdomadaires de cryptosporidiose (variables spatiales : 21 %; fluctuations saisonnières : 6 %; variation annuelle et effet des précipitations : 3 %);</li> <li><math>\uparrow</math> du taux hebdomadaire de cryptosporidiose associé à une hausse des précipitations dans huit des 15 autorités sanitaires;</li> <li>le niveau endémique et la magnitude des pics épidémiques sont inversement reliés pour les 15 autorités sanitaires.</li> <li>Commentaire : La force de cette étude repose sur des données de surveillance de qualité représentant 10 années de données hebdomadaires avec des cas confirmés en laboratoire pour chacune des 15 autorités sanitaires à l'étude.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Eisenberg D (2004) The mixed effects of precipitation on traffic crashes. <i>Accident Analysis &amp; Prevention</i> 36 : 637-647.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- précipitations, dont les pluies, États-Unis.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- accidentés mortellement de 48 États (sauf Hawaï, l'Alaska et District of Columbia) de 1975-2000;</li> <li>- accidentés non mortellement de 17 États de 1990-1999.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA);</li> <li>- <i>Fatal Accident Reporting System (FARS)</i>;</li> <li>- <i>State Data System (SDS)</i>;</li> <li>- <i>Cooperative Summary of the Day (TD3200) Database</i> du National Climatic Data Center.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Analyse (régression binomiale négative) de l'effet des précipitations sur le taux mensuel d'accidents (TMA) par État (<math>\alpha &lt; 0,05</math>) ajusté pour la neige :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↓ de 3,73 % du TMA mortels pour chaque ↑ de 10 cm de préc. tot. – ↓ attribuable soit à la ↓ du trafic, soit à un segment de la population étudiée (↓ significative pour 21 des 48 États, à <math>\alpha &lt; 0,10</math>);</li> <li>↑ de 2,5 % du TMA non mortels pour chaque ↑ de 10 cm de précipitations totales (préc. tot.).</li> </ul> <p>Analyse (régression binomiale négative) de l'effet des précipitations sur le taux quotidien d'accidents (TQA) par État (<math>\alpha &lt; 0,05</math>) ajusté pour la neige :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↑ de 1,15 % du TQA mortels pour chaque ↑ de 1 cm de préc. tot. – toutefois, lorsque les préc. tot. sont catégorisées (0-0,5 cm; 0,5-1; 1-2; 2-5; ≥ 5) plutôt qu'en continu, seules les fortes préc. (2-5 cm; ≥ 5) sont liées à ↑ (les faibles préc. sont associées à une ↓ : les conducteurs seraient plus prudents);</li> <li>↑ de 11,4 % du TQA non mortels pour chaque ↑ de 1 cm de préc. tot. – tendance à la hausse selon les catégories de précipitations (<math>\beta</math> respectivement de 0,0652, 0,1648, 0,2213, 0,2759, 0,2819).</li> </ul> <p>Analyse de l'effet des précipitations le jour précédent (<i>lag</i> : <i>t-1</i>) les accidents mortels (régression binomiale négative) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↓ de 3,06 % du TQA pour chaque ↑ de 1 cm de préc. tot. la veille des accidents;</li> <li>↑ de 1,83 % du TQA pour chaque ↑ de 1 cm de préc. tot. le jour même;</li> <li>+ ↑ le nombre de jours sans pluie, + la survenue de pluie est associée à un risque élevé d'accidents mortels et non mortels; par exemple, pour les accidents mortels, on observe une ↑ de 3,7 % après deux jours sans pluie, de 5,9 % après une période sèche de 6 jours et de 9,2 % après une période sèche de ≥ 21 jours; pour les accidents non mortels, ces statistiques sont respectivement de 13,3 % (2 j), 17,9 % (6 j) et 23,1 % (≥ 21 j);</li> <li>↓ du taux d'incidence d'accidents mortels selon les précipitations totales au cours des périodes étudiées (1975-1983; 1984-1992; 1993-2000).</li> </ul> <p>Commentaires :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Les conducteurs sont davantage à risque lorsque les précipitations surviennent après une période sèche de quelques jours ou plus.</li> <li>- Des panneaux électroniques devraient être utilisés sur les routes pour avertir les conducteurs pendant les périodes les plus dangereuses.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
McCabe GJ & Bunnell JE (2004). Precipitation and the occurrence of Lyme disease in the northeastern United States. <i>Vector Borne Zoonotic Dis</i> 4(2): 143-8.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>pluies et températures, régions nord-est et Mid-Atlantique des États-Unis, 1992-2002.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>cas de maladie de Lyme.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Sources de données <ul style="list-style-type: none"> <li>Division of Vector-Borne Infectious Diseases, CDC</li> <li>National Climatic Data Center.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Analyse des corrélations entre les rangs des valeurs de séries temporelles standardisées de cas de maladie de Lyme et de variables météorologiques (température et précipitations) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>corrélation positive significative entre la survenue de la maladie de Lyme et la pluie en mai et juin (<math>r = 0,75</math>, <math>p = 0,007</math>) - lorsque les précipitations en mai et juin sont importantes, le nombre de cas s'élève au-dessus de la moyenne;</li> <li>pas de corrélation significative avec la température.</li> <li>Commentaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>Base de données liée à la déclaration passive des cas, possibilité de faux positifs.</li> <li>Utilisation du nombre total de cas au lieu des données d'incidence.</li> </ul> </li> </ul>
Andrey J, Mills B, Leahy M & Suggett J (2003). Weather as a Chronic Hazard for Road Transportation in Canadian Cities. <i>Natural Hazards</i> 28 : 319-343.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>précipitations, dont les pluies, Ottawa, région de Waterloo, Hamilton, Régina, Halifax-Dartmouth et ville de Québec, Canada, 1995-1998.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>accidentés de la route.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>Meteorological Service of Canada (MSC);</li> <li><i>National collision database</i>, TRAIID3 (Transport Canada).</li> </ul> </li> <li>Définitions : <ul style="list-style-type: none"> <li>événement : orages, pluie, averse ou bruine (précipitations de pluie et de neige = neige);</li> <li>afin de tenir compte des données météorologiques manquantes pour certaines régions, neuf scénarios (S) différents ont défini les périodes événements et de contrôles (jours fériés exclus).</li> </ul> </li> </ul>	<p>Risque relatif (RR) de collisions ou de blessures durant les précipitations vs conditions normales – Halifax-Dartmouth, Ottawa et Régina, 1995-1998 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↑ de l'ordre de 75 % du RR de collisions (RR = 1,55, scénario 6, à RR = 1,89, scénario 1) lorsqu'il y a des précipitations (pluie et neige); RR moins élevés si pluie seulement (RR = 1,43, scénario 6, à RR = 1,67, scénario 1; neige seulement : RR = 1,94, scénario 9, à RR = 2,53, scénario 1);</li> <li>↑ de 45 % du RR de blessures (RR = 1,36, scénario 6, à RR = 1,52, scénario 1) lorsqu'il y a des précipitations (pluie et neige); RR moins élevés si pluie seulement (RR = 1,30, scénario 6, à RR = 1,43, scénario 1; neige seulement : RR = 1,53, scénario 9, à RR = 1,84, scénario 1).</li> </ul> <p>RR de collisions ou de blessures pour les 6 régions/villes combinées (scénario 9) de 1995-1998, lorsqu'il pleut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↑ de 59 % des collisions (RR = 1,59), de <math>RR_{Régina} = 1,29</math> à <math>RR_{Waterloo} = 1,89</math> (<math>RR_{Québec} = 1,39</math>);</li> <li>↑ de 41 % des blessures (RR = 1,41), de <math>RR_{Régina} = 0,88</math> à <math>RR_{Hamilton} = 1,67</math> (<math>RR_{Québec} = 1,19</math>).</li> </ul> <p>RR de collisions ou de blessures selon différents types de précipitations et leur intensité – Halifax-Dartmouth, Ottawa et Régina, 1995-1998 (scénario 3) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↑ du risque de collisions (RR = 1,86) et de blessures (RR = 1,28) avec une pluie <math>\geq 10</math> mm en 6 heures;</li> <li>↑ des RR (<math>RR_{collisions} = 1,56</math>; <math>RR_{blessures} = 1,41</math>) si pluie &lt; 10 mm (6 h);</li> <li>↑ des RR (<math>RR_{collisions} = 1,71</math>; <math>RR_{blessures} = 1,38</math>) si pluie et neige.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Andrey J, Mills B, Leahy M & Suggett J (2003) (suite).		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Scénario 1. Événement (E) : <math>\geq 0,4</math> mm de précipitations totales sur 6 h, <math>\geq 3</math> observations/h des précipitations, <math>\geq 50</math> collisions; contrôle (C) : 0 mm de préc. tot. sur 6 h, <math>\leq 1</math> obs./h des préc., <math>\leq 1</math> obs./h de la visibilité <math>&lt; 0,5</math> km, 0 collision).</li> <li>• Scénario 3. E : <math>\geq 0,2</math> mm de préc. tot. sur 6 h, <math>\geq 50</math> collisions; C : <i>idem</i> à scénario 1.</li> <li>• Scénario 9. E : <math>\geq 50</math> collisions; C : 0 collision.</li> </ul>	<p>Caractéristiques des collisions (paires E-C) pendant la pluie (P) vs sans pluie (SP) – 6 régions/villes, 1995-1998 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• % d'accidents avec dommages matériels : 73,6 % (P) vs 69,5 % (SP); avec blessures : 26,3 % vs 30,3 %; mortels : 0,1 % vs 0,2 % (<math>p = 0,000</math>);</li> <li>• des différences régionales existent, mais de façon générale, les collisions survenant lorsqu'il pleut tendent à être moins sérieuses, impliquent plus souvent au moins 3 véhicules (<math>p = 0,000</math>); se produisent plus souvent la nuit (<math>p = 0,000</math>), en milieu urbain (<math>p = 0,000</math>), dans une section non droite (comme une courbe) de la route (<math>p = 0,000</math>), aux intersections signalisées (<math>p = 0,000</math>), ou sur les routes limitées à 60 km/h (<math>p = 0,000</math>), et concernent plus souvent des impacts par l'arrière (<i>rear-end impact</i>) (<math>p = 0,000</math>).</li> <li>• Commentaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- En moyenne, la pluie est associée à une augmentation de 43 % des collisions et de 30 % des blessures, comparativement aux conditions saisonnières normales – le risque relatif de blessures est plus faible que le risque de dommages matériels.</li> <li>- Il n'y a pas de relation claire entre les RR et l'intensité des précipitations, ce qui indique probablement que les conducteurs adaptent leur conduite (p. ex., réduction de la vitesse) lorsqu'il pleut beaucoup.</li> </ul> </li> </ul>
Andrey J, Mills B & Vandermolen J (2003) A Temporal Analysis of Weather-related Collision Risk for Ottawa, Canada: 1990-1998. Presented at 82 <sup>nd</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aléas étudiés : - précipitations, dont les pluies, Ottawa, Canada, 1990-1998.</li> <li>• Population étudiée : - accidentés de la route.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude à visée étiologique.</li> <li>• Sources de données : - Meteorological Service of Canada (MSC) - <i>National collision database</i>, TRAIID3 (Transport Canada).</li> <li>• Définitions: - pluies : orages, bruine; - période événement : <ul style="list-style-type: none"> <li>o <math>\geq 0,2</math> mm de pluie;</li> <li>o <math>\geq 2</math> observations de précipitations/h;</li> <li>o arrêt de précipitation <math>\leq 1</math> h;</li> <li>o journée non fériée.</li> </ul> </li> </ul>	<p>469 paires événements-contrôles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• nombres moyens de collisions, 1990-1998 : 8,7 (pluie, P) vs 4 (sans pluie, SP);</li> <li>• nombres moyens blessures, 1995-1998 : 3,1 (P) vs 1,7 (SP);</li> </ul> <p>% de paires selon les <math>RR_{\text{collisions}}</math> ou les <math>RR_{\text{blessures}}</math> :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>RR_{\text{collisions}} = RR_{\text{de } 0 \text{ à } 1}</math> : 27,9 % des paires; <math>RR_{1,001-2}</math> : 21,3 %; <math>RR_{2,001-3}</math> : 20,0 %; <math>RR_{3,001-4}</math> : 10,0 %; <math>RR_{&gt; 4}</math> : 20,7 %;</li> <li>• <math>RR_{\text{blessures}} = RR_{\text{de } 0 \text{ à } 1}</math> : 47,8 % des paires; <math>RR_{1,001-2}</math> : 10,7 %; <math>RR_{2,001-3}</math> : 14,5 %; <math>RR_{3,001-4}</math> : 5,7 %; <math>RR_{&gt; 4}</math> : 21,4 %.</li> </ul> <p>Lorsqu'il pleut :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• en moyenne 2,12 fois plus à risque de collisions (<math>IC_{95\%}</math> : 2,01 - 2,24);</li> <li>• en moyenne 1,69 fois plus de blessures (<math>IC_{95\%}</math> : 1,47 - 1,94);</li> <li>• RR associés aux collisions (ou aux blessures) marginalement plus élevés le week-end que sur semaine mais de façon non statistiquement significative;</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Andrey J, Mills B & Vanderمولen J (2003) (suite).		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Période contrôle: <ul style="list-style-type: none"> <li>- aucune précipitation durant le contrôle et 6 h avant;</li> <li>- visibilité <math>\geq 0,5</math> km;</li> <li>- aucun brouillard;</li> <li>- journée non fériée.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• pas de différence claire entre les RR associés aux collisions (ou aux blessures) et le moment de la journée (jour, nuit) et ces différences sont non statistiquement significatives;</li> <li>• pas de différence claire entre les RR associés aux collisions (ou aux blessures) et les pics de la journée (heures de pointe ou non) et ces différences sont non statistiquement significatives;</li> </ul> <p>Toutefois, on observe un effet saisonnier avec plus de collisions et de blessures en hiver (données non présentées dans le présent tableau).</p>
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.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Paramètres météorologiques dont les pluies, États-Unis, 1992-1998.</li> </ul> </li> <li>• Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Patients admis au niveau 1 du Trauma Registry of Boston Medical Center.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude à visée étiologique.</li> <li>• Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Trauma Registry of Boston Medical Center;</li> <li>- <i>National Weather Service Web site</i>.</li> </ul> </li> <li>• Définition: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Précipitations quotidiennes : pluie et précipitation glacée fondue (<i>melted frozen precipitation</i>).</li> </ul> </li> </ul>	<p>1<sup>er</sup> septembre 1992-31 août 1998 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 9 408 admissions (adm.) pour traumas, soit 4,29 admissions par jour;</li> <li>• <math>\uparrow</math> du volume d'adm. des traumas en juillet et en août (<math>p &lt; 0,05</math>).</li> </ul> <p>Corrélations (R) entre le total d'adm. (traumas) et les variables liées à la météo :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• association (ass.) positive (+) avec la température (T, en degrés Fahrenheit) maximale (R = 0,2207; <math>p &lt; 0,0001</math>);</li> <li>• ass. + avec le degré-jour de climatisation (R = 0,1960; <math>p = 0,0001</math>);</li> <li>• ass. + avec le point de rosée (R = 0,1670; <math>p = 0,0001</math>);</li> <li>• ass. + avec la différence entre la moyenne historique et la T normale (R = 0,0923; <math>p = 0,0001</math>);</li> <li>• ass. négative (-) avec la vitesse moyenne du vent (R = -0,0648; <math>p = 0,0012</math>);</li> <li>• ass. - avec les précipitations (R = -0,0857; <math>p = 0,0001</math>) – les précipitations <math>\geq 2,5</math> cm sont associées à une <math>\downarrow</math> de 10 % du total des admissions pour traumas (<math>p &lt; 0,0001</math>), à une <math>\downarrow</math> de 15 % des admissions de traumas pénétrants (<math>p &lt; 0,01</math>) (<math>\uparrow</math> non significative de 1 % avec les collisions de véhicules moteurs);</li> <li>• ass. - avec l'humidité relative (h), soit une <math>\downarrow</math> de 11 % du total des traumas avec une h maximale <math>\geq 90</math> % (<math>p &lt; 0,001</math>) – toutefois, quand les journées avec précipitations sont exclues de l'analyse, la relation devient non significative.</li> </ul> <p>Analyse multivariée (régression linéaire) de la prédiction du volume de traumas :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>\uparrow</math> selon la T maximale en degrés (<math>\beta = 0,00194</math>, <math>p = 0,0001</math>);</li> <li>• <math>\downarrow</math> selon les précipitations (<math>\beta = -0,000513</math>, <math>p = 0,0001</math>) (diminution du volume significatif après une accumulation <math>\geq 5</math> cm de pluie);</li> <li>• <math>\uparrow</math> les mois de juillet (<math>\beta = 0,848</math>, <math>p = 0,0001</math>) et d'août (<math>\beta = 0,428</math>, <math>p = 0,0200</math>);</li> <li>• <math>\uparrow</math> les samedis (<math>\beta = 0,650</math>, <math>p = 0,0001</math>) et dimanches (<math>\beta = 1,333</math>, <math>p = 0,0001</math>).</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Bhattacharyya T & Millham FH (2001) (suite).			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Commentaires :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contrairement à ce qui est généralement rapporté :                   <ul style="list-style-type: none"> <li>○ les précipitations n'ont pas d'effet sur le volume d'admissions dues aux accidents de véhicules moteurs – cela ne signifie pas que la pluie ne soit pas associée aux accidents, mais plutôt qu'il est possible que les conducteurs adoptent des comportements différents (p. ex., conduite plus prudente) dans de telles conditions météo;</li> <li>○ l'humidité n'influence pas le volume d'admissions pour traumatismes.</li> </ul> </li> </ul> </li> </ul>
Curriero FC, Patz JA, Rose JB, & Lele S (2001) The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994. <i>Am J Public Health</i> 91(8): 1194-9.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aléas étudiés :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- pluies diluviennes et eaux de ruissellement, États-Unis, 1948-1994.</li> </ul> </li> <li>• Population étudiée :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- Éclosions (<math>\geq 2</math> cas) de maladies d'origine hydrique (18 régions hydrologiques distinctes).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude à visée étiologique.</li> <li>• Critères d'exclusion :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- éclosions associées à des activités récréatives et ou des problèmes d'infrastructures des systèmes de distribution de l'eau.</li> </ul> </li> <li>• Sources de données :               <ul style="list-style-type: none"> <li>- US Environmental Protection Agency's Office of Research and Development;</li> <li>- National Climatic Data Center (NCDC).</li> </ul> </li> </ul>	<p>1948-1994 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 548 éclosions de maladies d'origine hydrique, dont 525 avec informations suffisantes sur le niveau de précipitations dans les deux mois précédents;</li> <li>• le plus grand nombre d'éclosions (256/548) a été observé en été (juin à août) et le plus petit nombre (70/548) en hiver (décembre à février);</li> <li>• 24 % (n = 548) dû à la contamination des eaux de surface; 36 % (n = 548), de la contamination de la nappe phréatique (40 % source de contamination de l'eau inconnue);</li> <li>• plus de la moitié des éclosions est attribuée aux maladies gastro-intestinales aiguës; de l'ordre de 13% à <i>Giardia</i>; le reste, à 35 autres agents spécifiques.</li> </ul> <p>Association entre les maladies d'origine hydrique et les précipitations extrêmes (simulation de Monte Carlo) ajustée pour les variations régionales et saisonnières :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• dans les deux derniers mois (intervalles 0, 1, 2), 51 % des éclosions sont précédées de pluies extrêmes au-delà du 90<sup>e</sup> percentile (p = 0,002); 68 %, au-delà du 80<sup>e</sup> percentile (p &lt; 0,001);</li> <li>• ↑ significative des éclosions liées à la contamination des eaux de surface lors de pluies extrêmes durant le mois de l'éclosion (intervalle 0);</li> <li>• ↑ significative des éclosions liées aux contaminations de la nappe phréatique avec les pluies extrêmes 2 mois avant l'éclosion.</li> </ul> <p>• Commentaire : Amélioration de la surveillance et de la prévention si les données d'éclosion incluent la date du début et de la fin de l'éclosion plutôt que simplement le mois d'occurrence.</p>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Agence de la santé publique du Canada (2000) Éclosion de gastro-entérite d'origine hydrique associée à un réseau d'aqueduc municipal contaminé, Walkerton (Ontario), mai-juin 2000. <i>Relevé des maladies transmissibles au Canada 26 (20) : 170-173.</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pluie, Ontario, Canada, 2000.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- population de la région de Walkerton, Ontario (tous âges).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Rapports de la municipalité de Brockton, de l'unité de santé Bruce-Grey-Owen Sound, de Walkerton Inquiry.</li> </ul> </li> </ul>	<p>19 mai 2000 : Éclosion de gastro-entérite, enquête épidémiologique comprenant une étude descriptive et une étude transversale.</p> <p>Étude descriptive :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 346 cas de gastro-entérite déclarés à Walkerton dont, 799 résidents de Walkerton;</li> <li>des 1 346 cas signalés, 1 304 cas primaires (ayant bu l'eau de l'aqueduc), 39 secondaires (contact avec un cas primaire, mais n'ayant pas bu l'eau de l'aqueduc) et 3 non classés;</li> <li>confirmation de la présence de <i>E. coli</i> O157:H7 dans 167 des 174 échantillons de selles analysées;</li> <li>confirmation de la présence de bactérie du genre <i>Campylobacter</i> dans les échantillons de 116 personnes;</li> <li>65 patients hospitalisés dont 27 ont développé un syndrome hémolytique urémique;</li> <li>au total, 6 personnes sont décédées à la suite de l'éclosion;</li> <li>cas déclarés : 29 ans (&lt; 1 an à 97 ans) d'âge moyen et 57 % de sexe féminin;</li> <li>bien que beaucoup de cas soient apparus entre le 16 et le 26 mai, pour plusieurs cas la maladie s'est déclarée tôt, date de survenue pouvant remonter jusqu'au 15 avril. En raison de ces cas précoces et de la détection de coliformes dans plusieurs échantillons d'eau prélevés en avril, il est possible que les bactéries en faibles quantités aient pénétré dans le réseau de l'aqueduc municipal de Walkerton en avril et au début de mai. Cependant, on pense qu'une contamination massive du réseau d'aqueduc causé par les pluies abondantes de la mi-mai soit à l'origine de la plupart des cas d'infections.</li> </ul> <p>Étude transversale :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>environ 1 286 résidents de Walkerton étaient tombés malades; toutefois le nombre total de cas associés à l'éclosion estimé à plus de 2 000;</li> <li>les personnes dont la maison était desservie par le réseau d'aqueduc municipal risquaient 11,7 fois plus de souffrir de gastro-entérite que celles dont les domiciles n'étaient pas reliés au réseau de l'aqueduc;</li> <li>relation dose-effet, car augmentation du risque de maladie en fonction de la quantité d'eau consommée;</li> <li>présence de bactéries pathogènes dans le fumier de 11 des 13 fermes d'élevage situées dans un rayon de 4 km des 3 puits en cause;</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Agence de la santé publique du Canada (2000) (suite).			<ul style="list-style-type: none"> <li>• bactéries du genre <i>Campylobacter</i> détectées sur 9 fermes, <i>E. coli</i> O157:H7 et <i>Campylobacter</i> spp sur 2 dont l'une adjacente au puits n° 5.</li> <li>• Commentaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Des pluies abondantes, qui ont entraîné des inondations; la présence dans l'environnement de <i>E. coli</i> O157:H7 et de <i>Campylobacter</i> spp; un puits vulnérable à la contamination par les eaux de surface et un système de traitement de l'eau qui a peut-être été dépassé par l'augmentation de la turbidité ont concouru à provoquer cette éclosion d'une ampleur considérable. Cette situation fait ressortir l'importance des sources d'eau salubre et d'un traitement adéquat de l'eau pour assurer un approvisionnement d'eau sûr à une localité.</li> <li>- Cette éclosion remet en question la sécurité des sources d'eau souterraines qui peuvent être contaminées par les eaux de surface, particulièrement en périodes d'inondation.</li> <li>- Cette tragédie permet aussi de remettre en question le traitement des nappes phréatiques par chloration uniquement, en tenant compte de toutes les pressions actuelles et futures sur l'utilisation du sol, notamment en raison de la densité démographique et des activités agricoles.</li> </ul> </li> </ul>
Rose JB, Daeschner S, Easterling DR, Curriero FC, Lele S, & Patz JA (2000) Climate and waterborne disease outbreaks. <i>American Water Works Association Journal</i> 92(09): 77-87.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pluies et eaux de ruissellement, États-Unis, 1971-1994.</li> </ul> </li> <li>• Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- États-Unis.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude descriptive.</li> <li>• Critères d'exclusion : <ul style="list-style-type: none"> <li>- éclosions associées à des activités récréatives et ou des problèmes d'infrastructures des systèmes de distribution de l'eau.</li> </ul> </li> <li>• Source de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Gunther Craun de Gunther F. Craun &amp; Associates, Staunton, Va.;</li> <li>- Rebecca Calderon de US Environmental Protection Agency, Research Triangle Park, N.C.;</li> <li>- <i>National Climatic Data Center weather stations.</i></li> </ul> </li> </ul>	<p>Définition des précipitations extrêmes : précipitations mensuelles totales excédant les précipitations mensuelles totales attendues pour chaque station (rayon de 50 milles, ou 80 kilomètres, autour de l'éclosion). 1971-1994 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 449 éclosions de maladies d'origine hydrique liées à l'eau de consommation, dont 108 associées à la distribution d'eaux de surface, 306 aux eaux souterraines (source d'eau inconnue : 35).</li> <li>• 245 des éclosions causées par une maladie gastro-intestinale aiguë d'étiologie inconnue : 24 associées aux eaux de surface; 200 aux eaux souterraines (source d'eau inconnue : 21).</li> <li>• 97 des éclosions causées par <i>Giardia</i> : 69 associés aux eaux de surface; 17 aux eaux souterraines (source d'eau inconnue : 11).</li> <li>• Autres agents étiologiques associés aux éclosions liées aux eaux de surface : <i>Campylobacter</i> (n = 2); <i>Cryptosporidium</i> (n = 3); virus de l'hépatite A (n = 2); virus de Norwalk (n = 2); Rotavirus (n = 1); <i>Salmonella</i> (n = 2); <i>Shigella</i> (n = 3).</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
<p>Rose JB, Daeschner S, Easterling DR, Curriero FC, Lele S, &amp; Patz JA (2000) (suite).</p>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Autres agents étiologiques associés aux éclosions liées aux eaux souterraines: Amibiase (n = 1); <i>Campylobacter</i> (n = 8); <i>Cryptosporidium</i> (n = 5); <i>E. Coli</i> (n = 1); virus de l'hépatite A (n = 24); virus de Norwalk (n = 11); <i>Salmonella</i> (n = 5); <i>Shigella</i> (n = 25); typhoïde (n = 4); Yersinia (n = 2).</li> <li>• Autres agents étiologiques associés aux éclosions de sources d'eau inconnues : virus de Norwalk (n = 1); <i>Salmonella</i> (n = 1); <i>Shigella</i> (n = 1).</li> </ul> <p>Les pourcentages d'éclosions qui apparaissent en lien avec les précipitations extrêmes (au-delà du 90<sup>e</sup>, du 95<sup>e</sup> et du 97,5<sup>e</sup> percentiles) ont été calculés globalement, non par État, en raison des données manquantes (éclosions des maladies d'origine hydrique rapportées sur une base volontaire).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 25 %, 40 %, 31 % et 40 % des éclosions de maladies d'origine hydrique liées aux eaux de surface se produisant respectivement en hiver, au printemps, en été et en automne ont été associées à des précipitations extrêmes (au-delà du 90<sup>e</sup> percentile) durant le mois de l'éclosion.</li> <li>• 40 %, 29 %, 23 % et 27 % des éclosions de maladies d'origine hydrique liées aux eaux souterraines se produisant respectivement en hiver, au printemps, en été et en automne ont été associées à des précipitations extrêmes (au-delà du 90<sup>e</sup> percentile) durant le mois de l'éclosion.</li> <li>• De façon générale, de 1971 à 1994, de 20 à 40 % des éclosions ont été associées aux précipitations extrêmes (au-delà du 90<sup>e</sup> percentile).</li> <li>• Le lien entre les précipitations extrêmes et les éclosions semble plus apparent pour les éclosions causées par les eaux de surface que par les eaux souterraines.</li> <li>• Commentaire : Les auteurs recommandent : 1) d'utiliser le GPS entre autres pour délimiter les éclosions; 2) de bonifier les données en rapportant notamment des renseignements sur les précipitations, le niveau d'eau dans les réservoirs, les températures extérieures, des variables sur la qualité de la source d'eau et des paramètres sur le traitement de l'eau; 3) de rapporter la période de l'éclosion selon la date du début de l'éclosion et la date de la fin de l'éclosion.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Andrescu MP & Frost DB (1998) Weather and traffic accidents in Montreal, Canada. <i>Climate Research</i> 9 : 225-230.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Précipitations dont les pluies, île de Montréal, Canada, 1990-1992.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Accidentés de la route.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Source de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Société de l'Assurance automobile du Québec (SAAQ);</li> <li>- ministère des Transports du Québec;</li> <li>- Atmospheric Environment Service (Environment Canada).</li> </ul> </li> </ul>	<p>Pics du nombre d'accidents associés à la pluie ou à la neige : octobre 1990, janvier 1991 et janvier 1992.</p> <p>Analyse de corrélations, 1990-1992 (<math>\leq 0,05</math>) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>↑ du nombre d'accidents avec la quantité de pluie en mm (<math>r_{1990-92} = 0,27</math>; <math>r_{1990} = 0,24</math>; <math>r_{1991} = 0,20</math>; <math>r_{1992} = 0,37</math>);</li> <li>↓ du nombre d'accidents selon la température moyenne quotidienne de façon significative en 1991 et 1992 (<math>r_{1990-92} = -0,29</math>; <math>r_{1990} = 0,03</math>; <math>r_{1991} = -0,23</math>; <math>r_{1992} = -0,36</math>);</li> <li>↑ du nombre d'accidents selon la quantité de pluie en mm et la température de façon significative en 1991 et 1992 (<math>r_{1990} = 0,24</math>; <math>r_{1991} = 0,33</math>; <math>r_{1992} = 0,43</math>);</li> <li>relation positive entre le nombre d'accidents et la quantité de pluie en été (données illustrées dans l'article);</li> <li>relation positive entre le nombre d'accidents et la température moyenne quotidienne en été (données illustrées dans l'article);</li> <li>↓ du nombre moyen additionnel d'accidents lorsqu'il pleut (vs ne pleut pas), passant de +20 en 1990, à +19 en 1991, à +16 en 1992.</li> <li>Commentaire : La température semble davantage un facteur modifiant les conditions d'accidents plutôt qu'un facteur causal.</li> </ul>
Changnon SA (1996) Effects of summer precipitation on urban transportation. <i>Climatic Change</i> 32 : 481-494.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pluies, région métropolitaine de Chicago États-Unis, 1977-1979.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Accidentés de la route de la ville de Chicago et de ses banlieues.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Moment étudié : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 16 à 21 h.</li> </ul> </li> <li>Source de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Jauges (j) de pluie dans les secteurs urbains et suburbains (1 j/27 km<sup>2</sup>);</li> <li>- Données d'accidents de circulation.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Fréquence annuelle des accidents lorsqu'il pleut (P) vs sans pluie (SP) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>49,8 (P) vs 19,9 (SP), ratio de 2,5 en milieu urbain;</li> <li>27,7 (P) vs 13,1 (SP), ratio de 2,1 en milieu suburbain;</li> <li>12,5 (P) vs 6,5 (SP), ratio de 1,9 en milieu rural.</li> </ul> <p>Fréquence annuelle des accidents associés à la pluie comparativement aux événements lorsqu'il ne pleut pas, durant les mois avec des pluies au-dessus (↑ N), près (N) ou sous la normale (↓ N) des mois pluvieux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>en milieu urbain, 37 (↑ N), 50 (N), 61 (↓ N) vs 19 (↑ N), 20 (N), 20 (↓ N);</li> <li>en milieu suburbain, 23 (↑ N), 27 (N), 30 (↓ N) vs 14 (↑ N), 13 (N), 13 (↓ N);</li> <li>en milieu rural, 10 (↑ N), 14 (N), 15 (↓ N) vs 6 (↑ N), 6 (N), 7 (↓ N);</li> <li>de façon générale, la survenue de la pluie pendant les mois secs (sous la normale) semble entraîner plus d'accidents que durant la saison pluvieuse.</li> </ul>

**Tableau 2 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des précipitations non hivernales (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Changnon SA (1996) (suite).		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Définitions :</li> <li>- événement de pluie : <math>\geq 80</math> % des jauges de pluie dans des secteurs désignés ont reçu <math>&gt; 0,25</math> mm de pluie durant la période étudiée;</li> <li>- événement sans pluie : <math>\geq 20</math> % des jauges de pluie ont reçu <math>\leq 0,25</math> mm de pluie.</li> </ul>	<p>Sévérité des accidents (nombre de blessures par accident) pendant la pluie comparativement aux périodes sans pluie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 0,451 (P) vs 0,437 (SP), ratio de 1,03 en milieu urbain;</li> <li>• 0,450 (P) vs 0,424 (SP), ratio de 1,06 en milieu suburbain;</li> <li>• 0,749 (P) vs 0,468 (SP), ratio de 1,60 en milieu rural;</li> <li>• plus d'impact de la pluie sur la sévérité des accidents en milieu rural (on y conduit plus vite qu'en milieu urbain).</li> </ul> <p>Ratio du nombre de blessures par accident pendant la pluie comparativement aux événements lorsqu'il ne pleut pas, durant les mois avec des pluies au-dessus (<math>\uparrow</math> N), près (N) ou sous la normale (<math>\downarrow</math> N) des mois pluvieux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• en milieu urbain, ratio de 0,99 (<math>\uparrow</math> N), 1,01 (N), 1,09 (<math>\downarrow</math> N);</li> <li>• en milieu suburbain, ratio de 1,03 (<math>\uparrow</math> N), 1,07 (N), 1,12 (<math>\downarrow</math> N);</li> <li>• en milieu rural, ratio de 1,60 (<math>\uparrow</math> N), 1,53 (N), 1,65 (<math>\downarrow</math> N);</li> <li>• la survenue de la pluie pendant les mois secs (sous la normale) semble entraîner plus d'accidents que durant la saison pluvieuse, en particulier en milieu rural.</li> </ul> <p>Fréquence (nombre moyen annuel) et sévérité des accidents (nombre de blessures par accidents) par quantité de pluie :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 accidents et 0,431 blessures lorsqu'il ne pleut pas;</li> <li>• 34,5 accidents et 0,468 blessure, lorsqu'il pleut <math>\geq 0,2</math> mm;</li> <li>• 30,7 accidents et 0,450 blessure, lorsqu'il pleut de 0,2 à 12,7 mm;</li> <li>• 46,76 accidents et 0,516 blessure, lorsqu'il pleut de 12,8 à 50,8 mm;</li> <li>• 44,41 accidents et 0,464 blessure, lorsqu'il pleut <math>&gt; 50,8</math> mm;</li> <li>• + <math>\uparrow</math> la quantité de pluie, + <math>\uparrow</math> le nombre d'accidents et de blessures.</li> </ul>

$\beta$  = coefficient de régression.

C.-a. = contrôle-années.

IC<sub>95 %</sub> = intervalle de confiance à 95 %.

ISP = indice standardisé des précipitations.

MGIA = maladies gastro- intestinales aiguës.

P = valeur p de signification statistique.

r = coefficient de corrélation.

RC = rapport de cotes.

RTI = ratio du taux d'incidence.

RR = risque relatif.

TIs = taux annuels d'incidence.

TMA = taux mensuel d'accidents.

TQA = taux quotidien d'accidents.

VNC = volume normalisé d'accidents.



## **3 INONDATIONS**

### **3.1 GÉNÉRALITÉS**

Une inondation est un débordement d'eau qui submerge temporairement les terres normalement sèches (Berry et collab., 2008). Sa sévérité dépend largement de la topographie de la zone, de la possibilité des eaux de se répandre sur une grande surface, des infrastructures érigées aux alentours de l'aire inondée et divers autres facteurs humains (Greenough et collab., 2001).

Des phénomènes très diversifiés peuvent causer les inondations, notamment les pluies abondantes associées aux ouragans ou aux orages, la fonte rapide de la neige ou de la glace, l'obstruction des cours d'eau, les ondes de tempête dans les régions côtières et les affaissements de terrain (Berry et collab., 2008).

En outre, ces phénomènes influencent les conséquences des inondations sur la santé humaine. De fait, les crues soudaines provenant de fortes pluies sur de courtes périodes sont les plus meurtrières, à cause du courant intense des eaux et de la période d'avertissement limitée pour chercher un abri (Ohl et Tapsell, 2000, Greenough et collab., 2001). À l'inverse, les inondations riveraines entraînent une morbidité importante, mais elles engendrent peu de décès (Malilay, 1997).

#### **Au Canada**

Au Canada, les inondations constituent le risque naturel le plus répandu (Ressources naturelles Canada, 2007). La plupart d'entre elles sont attribuables à des mécanismes hydrométéorologiques, dont les pluies, la fonte des neiges et l'obstruction de l'écoulement des rivières et des cours d'eau.

La distribution des inondations varie d'est en ouest au pays. Dans l'Ouest canadien, les inondations se déclenchent un peu partout, avec une prédominance au sud du Manitoba et au sud-ouest de la Colombie-Britannique (Brooks et collab., 2001), alors que dans l'Est, elles se concentrent dans sa partie sud. Le Québec n'y fait pas exception. Sa partie sud caractérisée par des terres basses est la plus susceptible aux inondations. Elle est également la plus vulnérable, en raison de sa forte densité de population.

Enfin, les inondations ne sont pas sans conséquence pour la population. Au Canada, de 1900 à 2005, 260 inondations majeures ont fauché la vie de 235 personnes et occasionné plusieurs milliards de dollars de dommages. De même, au Québec, 27 inondations qualifiées de catastrophiques ont été répertoriées de 1990 à 2010, dont les inondations de 1996 au Saguenay (10 décès, 15 825 évacués) et celle de 2003 dans les Bois-Francs (Sécurité publique Canada, 2009).

## **3.2 CONSÉQUENCES SANITAIRES**

Au total, 10 études (huit études descriptives et deux, à visée étiologique) ont été retenues pour mettre en lumière les effets et les indicateurs sanitaires associés aux inondations. Leurs principaux résultats sont résumés au tableau 3. Les points saillants qui en découlent, énumérés et commentés ci-dessous, se regroupent sous trois rubriques, soit : les décès, blessures et intoxications; les maladies gastro-intestinales; et les autres conséquences liées aux inondations.

### **3.2.1 Décès, blessures et intoxications**

#### *3.2.1.1 Les inondations sont une cause importante de décès et de blessures liés aux aléas hydrométéorologiques*

De nombreux décès et blessures liés aux inondations ont été rapportés dans les publications (Borden et Cutter, 2008, Guzzetti et collab., 2005, Ashley et Ashley, 2008, Jonkman et Kelman, 2005).

À titre d'exemple, aux États-Unis de 1959 à 2005, 4 586 décès ont été attribués aux inondations, soit de l'ordre de 97,6 décès par année (Ashley et Ashley, 2008).

De même, en Italie de 1900 à 2002, 2 340 blessés, 2 630 décès et 120 disparus liés aux inondations ont été répertoriés (Guzzetti et collab., 2005).

#### *3.2.1.2 Les personnes qui décèdent lors d'inondations sont plus souvent de sexe masculin*

Aux États-Unis et en Europe, de 1989 à 2003, 58,7 % des personnes décédées pendant les inondations étaient de sexe masculin (Jonkman et Kelman, 2005). Cette prévalence s'élevait à 80,6 % en Australie pour la période 1788-1996 (Coates, 1999).

Parmi les hypothèses explicatives, on relève l'implication des hommes dans les activités de secours et leur grande prépondérance à prendre des risques pendant les inondations (Coates, 1999, Jonkman et Kelman, 2005). En outre, une plus forte proportion d'hommes conduisaient une voiture (Jonkman et Kelman, 2005).

#### *3.2.1.3 De tous les groupes d'âge, les moins de 30 ans et les personnes âgées seraient plus à risque de décéder lors d'inondations*

Aux États-Unis, de 1959 à 2005, les personnes âgées de 10 à 19 ans, de 20 à 29 ans et de plus de 60 ans étaient plus à risque de décéder lors d'une inondation (Ashley et Ashley, 2008), alors qu'en Australie, on a observé une augmentation importante des décès chez les moins de 25 ans et les 60 ans ou plus (Coates, 1999).

Cette vulnérabilité propre à l'âge reflète l'incapacité des aînés et des très jeunes enfants à fuir la zone inondée, tout comme la propension des jeunes gens à prendre des risques.

#### *3.2.1.4 Lors des inondations, la plupart des décès se produisent dans un véhicule moteur*

Aux États-Unis et en Europe, plus du tiers des 247 décès rapportés de 1989 à 2003 est survenu dans un véhicule moteur (Jonkman et Kelman, 2005). Aux États-Unis, cette proportion atteint les 63 % pour la période de 1959 à 2005 (Ashley et Ashley, 2008).

Le fait que les gens tentent de conduire malgré que les routes ou les ponts soient inondés pourrait expliquer cet état de choses (Jonkman et Kelman, 2005).

#### *3.2.1.5 Plusieurs des décès qui surviennent lors d'inondations pourraient être évités*

Aux États-Unis de 1959 à 2005, 19 % des décès se sont produits dans des structures permanentes (p. ex., maison) ou dehors près de ces structures, 14 % en tombant accidentellement dans l'eau de la zone inondée et 9 %, en y marchant intentionnellement (Ashley et Ashley, 2008).

Selon Ashley et Ashley (2008), ce dernier pourcentage illustre bien que les gens ne perçoivent pas souvent l'inondation comme dangereuse pour leur vie. À notre avis, cette raison pourrait aussi expliquer maints autres décès, incluant plusieurs des décès survenus dans un véhicule moteur.

#### *3.2.1.6 Les régions situées à l'est des États-Unis enregistrent le plus grand nombre de décès liés aux inondations*

Les inondations désastreuses se produisent généralement à l'ouest des États-Unis, principalement à cause de la topographie inclinée des montagnes Rocheuses, des Cascades et autres élévations naturelles situées dans cette région (Ashley et Ashley, 2008).

Toutefois, ce sont les régions situées dans l'Est américain qui enregistrent le plus grand nombre de décès, en raison de précipitations totales plus élevées et de plus grandes densités de population.

#### *3.2.1.7 Aux États-Unis, les inondations de juin sont les plus meurtrières*

Dans une étude réalisée aux États-Unis de 1959 à 2005, Ashley et Ashley (2008) ont documenté une augmentation des décès attribuables aux inondations dans les mois de juin, juillet et août.

C'est toutefois en juin qu'on comptait le plus grand nombre de décès, vraisemblablement en raison d'une forte fréquence d'orages convectifs dans la partie centrale et la moitié sud des États-Unis au cours de cette période (Ashley et collab., 2003).

### *3.2.1.8 Les intoxications au monoxyde de carbone constituent un danger potentiel après les inondations majeures*

Aux États-Unis, parmi les patients ayant visité les urgences à la suite de l'inondation survenue au Dakota du nord en 1997, 33 cas d'intoxications au monoxyde de carbone confirmés en laboratoire ont été recensés (Daley et collab., 2001). Près de la moitié des cas (n = 16) avaient impliqué les professionnels de nettoyage.

Une seule source d'intoxication a été mise en cause : la laveuse à pression à essence utilisée pour nettoyer les sous-sols abîmés par l'inondation.

## **3.2.2 Maladies gastro-intestinales**

### *3.2.2.1 Le contact avec l'eau de la zone inondée est un facteur de risque de maladies gastro-intestinales*

Dans une étude réalisée en Allemagne en 2002, la prévalence de la diarrhée était 5,8 fois plus élevée (RC = 5,8; IC<sub>95</sub> % : 1,3 - 25,1) chez les personnes ayant été en contact avec l'eau de la zone inondée, par rapport à celles qui n'y avaient pas touché (Schnitzler et collab., 2007).

Un résultat similaire a été observé aux États-Unis en 2001, en particulier chez des enfants de moins de 6 ans, chez lesquels le taux d'incidence de symptômes gastro-intestinaux était 3,18 fois plus élevé (IC<sub>95</sub> % : 1,79 - 5,66) lorsqu'ils avaient été directement en contact avec l'eau de la zone sinistrée (Wade et collab., 2004).

Il semble qu'une hygiène déficiente et l'utilisation d'objets contaminés par l'eau de la zone inondée permettent d'expliquer la propagation de maladies gastro-intestinales chez les jeunes enfants (Wade et collab., 2004). À notre avis, ces deux raisons pourraient aussi avoir contribué à la transmission de ces infections dans d'autres groupes d'âge, même celui des adultes.

### *3.2.2.2 Le niveau de l'eau de la zone sinistrée serait également important*

Au sud-est de l'Angleterre, Reacher et collab. (2004) ont rapporté que le risque de gastro-entérite tendait à augmenter significativement en fonction du niveau de l'eau dans la zone inondée (p = 0,04).

De fait, le risque de gastro-entérites était 1,7 fois plus élevé chez les personnes dont la maison avait été inondée, comparativement à celles dont la maison en avait été exemptée. Cette relation était presque significative, sur la base de l'intervalle de confiance (IC<sub>95</sub> % : 0,9 3,0).

### 3.2.2.3 *La vulnérabilité aux maladies gastro-intestinales lors d'inondations dépend de l'état de santé préexistant*

Aux États-Unis, en 2001, Wade et collab. (2004) ont documenté une augmentation de l'incidence de symptômes gastro-intestinaux pendant l'inondation, relativement à une période sans inondation, augmentation qui touchait davantage des individus déjà fragilisés.

Les deux exemples suivants illustrent ces propos. Le risque d'épisodes diarrhéiques lors de l'inondation était 2,78 fois (IC<sub>95</sub> % : 1,05 - 7,36) plus élevé chez les personnes ayant rapporté de fréquents symptômes gastro-intestinaux dans la dernière année, par rapport à celles qui n'en avaient pas rapporté.

De même, le risque de diarrhées sévères était 2,57 fois (IC<sub>95</sub> % : 1,03 - 6,41) plus élevé chez les personnes qualifiant leur état de santé de bon, de moyen ou de pauvre, relativement à celles qui le jugeaient très bon ou excellent.

### 3.2.2.4 *Lors d'inondations, les femmes seraient plus à risque de diarrhée que les hommes*

En Allemagne, en 2002, la prévalence de diarrhée attribuable à l'inondation était 3,9 fois plus élevée chez les femmes que chez les hommes (Schnitzler et collab., 2007).

Les raisons sous-jacentes à cette différence – à savoir si elles sont liées à différentes expositions ou à des différences comportementales – demeurent à explorer (Schnitzler et collab., 2007).

### 3.2.2.5 *La source d'eau de consommation comme vecteur de diarrhée est importante à documenter lors d'inondations*

Dans une étude menée en Allemagne en 2002 à l'aide d'entrevues téléphoniques, la prévalence de diarrhée était 3,5 fois (IC<sub>95</sub> % : 1,2 - 10,5) plus importante chez les personnes dont l'eau à boire provenait d'un étang privé, comparativement aux personnes dont l'eau venait d'une autre source (Schnitzler et collab., 2007).

## 3.2.3 **Autres conséquences des inondations**

### 3.2.3.1 *La relation entre les inondations et les maladies physiques pourraient être modulées par la détresse psychologique*

Dans une étude réalisée en Angleterre en 2000 à l'aide de questionnaires sur la santé générale (GHQ-12), Reacher et collaborateurs (2004) soulignent une diminution du risque de maladies physiques liées aux inondations chez les adultes (et possiblement également chez les enfants), après ajustement pour la détresse psychologique<sup>14</sup>.

---

<sup>14</sup> Comme mentionné dans la première partie du présent rapport, les conséquences psychosociales des aléas hydrométéorologiques et géologiques sont plus détaillées dans un autre rapport.

De fait, chez les adultes dont la maison avait été inondée, le risque de détresse psychologique était 4,1 fois (IC<sub>95 %</sub> : 2,6 - 6,4) plus élevé que chez les adultes dont la maison était restée intacte – risque de détresse qui augmentait selon la hauteur de l'inondation ( $p_{\text{tendance}} = 0,01$ ) (Reacher et collab., 2004).

### *3.2.3.2 Les inondations influencent l'achalandage des urgences de certains hôpitaux*

Une étude réalisée en Louisiane (États-Unis), en 1995, a rapporté une hausse de la proportion des visites à l'urgence dues aux blessures durant les phases d'impact (38 %) et post-impact (34 %), comparativement à la phase pré-impact (33 %), mais seulement dans les hôpitaux modérément touchés par l'inondation (Ogden et collab., 2001).

Selon les auteurs, il pourrait avoir été trop difficile pour les patients de se rendre dans les hôpitaux sévèrement touchés, sans compter qu'ils peuvent avoir craint que leurs infrastructures ne puissent répondre à leurs besoins.

### *3.2.3.3 La diffusion simultanée des messages de sécurité publique par radio et à l'aide de haut-parleurs semble efficace pour prévenir les sinistrés lors d'inondations*

En Allemagne, en 2002, Schnitzler et collab. (2007) ont indiqué que l'utilisation conjointe des messages radio et par haut-parleurs (p. ex., par les voitures de police) avait permis de rejoindre 80 % de la population touchée par l'inondation.

Cette façon de procéder apparaît donc efficace pour la diffusion rapide d'informations importantes, du moins en Allemagne.

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Ashley ST & Ashley WS (2008) Floods fatalities in the United states. <i>Journal of Applied Meteorology and Climatology</i> 47: 805-818.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- inondations, États-Unis, 1959-2005.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- décès attribuables aux inondations.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Sources des données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Storm Data</i>.</li> </ul> </li> <li>Exclusion : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ouragan Katrina, Louisiane, en raison de l'incertitude du nombre de décès.</li> </ul> </li> <li>Inclusion : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Décès attribuables directement aux inondations (p. ex., par noyade, par traumatisme dans l'eau).</li> </ul> </li> <li>Exclusion : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Décès attribuables indirectement aux inondations (p. ex., par électrocution, par traumatisme en raison d'un tronçon de route détruit).</li> </ul> </li> </ul>	<p>1959-2005 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>4 586 décès liés aux inondations (moyenne : environ 97,6 décès par an, médiane : 81 décès par an, différence due à la variation annuelle (de 23 en 1962 à 451 en 1972) – différence non statistiquement significative malgré les avancements technologiques (p. ex., avertissement et détection des tornades);</li> <li>inondations les plus meurtrières : inondations subites (en particulier celles dues aux ruptures de barrages) et les inondations associées aux tempêtes tropicales;</li> <li>globalement, l'est des États-Unis enregistre plus de décès que l'ouest : l'est est plus densément peuplé et reçoit plus de pluies diluviennes.</li> </ul> <p>Distribution mensuelle des décès (directs) attribuables aux inondations :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>en moyenne, ↑ significative des décès en juin, suivi de juillet et d'août;</li> <li>quand on subdivise les États-Unis en parties, on observe toutefois une différence significative (<math>p &lt; 0,01</math>) entre les régions quant à la survenue de pics de décès associés aux inondations : pic en été dans les Rocheuses et le Midwest; en hiver, sur la côte du Pacifique; en été, puis à l'automne, dans la région nord-est : en été, au printemps et à l'automne, pour les régions du sud-est et du sud-ouest.</li> </ul> <p>Circonstances/localisations (connues pour 64 % du total des décès) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>63 % – véhicules;</li> <li>19 % – structures permanentes ou à l'extérieur (p. ex., debout sur les berges du cours d'eau);</li> <li>14 % – extérieur (gens tombés accidentellement dans l'eau de la zone inondée);</li> <li>9 % – dans l'eau (gens qui marchaient exprès dans l'eau de la zone inondée), dont 16 % sont entrés dans l'eau pour secourir quelqu'un (<math>&gt; 12</math> ans), 43 % pour atteindre une destination comme une maison ou une voiture (<math>&gt; 12</math> ans); la plupart des autres (pourcentage non rapporté) pour jouer dans l'eau (<math>&lt; 12</math> ans) – ces résultats illustrent que les gens, souvent, ne perçoivent pas l'inondation comme menaçante pour leur vie – nécessité de programmes préventifs.</li> </ul> <p>Âge et sexe (âge connu pour 37 % du total des décès; sexe, pour 51 %) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>groupes d'âge à haut risque de décès lors d'inondation par rapport à ce qui est attendu dans la population américaine : 10-19 ans (<math>\approx 19</math> %), 20 à 29 ans (<math>\approx 15</math> %), <math>&gt; 60</math> ans (<math>\approx 19</math> %);</li> <li>le nombre d'hommes décédés (10-29 ans : 35 %) est environ le double de celui des femmes.</li> </ul>

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Borden KA & Cutter SL (2008) Spatial patterns of natural hazards mortality in the United States. <i>Int J Health Geogr</i> 7: 64.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- divers aléas dont les inondations, États-Unis, 1970-2004.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- agrégats de décès attribuables à des aléas dans 3 070 comtés américains;</li> <li>- inondation, Népal, 1993.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Sources des données :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Spatial Hazard Event and Loss Database for the United States</i> (SHELDUS);</li> <li>- <i>National Climatic Data Center (NCDC)'s Storm Data</i>.</li> </ul> </li> <li>États exclus :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Hawaï et l'Alaska.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1970-2004 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>19 958 décès attribuables à divers aléas;</li> <li>le croisement de deux fichiers de données a permis de majorer de 31 % la couverture des décès (décès causés par des aléas générant moins de 50 000 \$ de dommages exclus de SHELDUS, mais inclus dans <i>NCDC's Storm Data</i>);</li> <li>14 % des décès dus aux inondations (temps hivernal : 18,1 %; chaleur et sécheresse : 19,6 %; temps extrêmes (p. ex., vents) : 18,8 %; tornades : 11,6 %; foudre : 11,3 %; aléas côtiers (p. ex., érosions côtières) : 2,3 %; ouragans et tempêtes tropicales : 1,5 %; aléas géophysiques (p. ex., tremblements de terre) : 1,5 %; mouvements de masse rocheuse (p. ex., avalanches) : 0,9 %; feux de forêt : 0,4 %;</li> <li>d'avantage de décès dans le sud et dans la région montagneuse à l'ouest des États-Unis (divers aléas frappent ces régions, comme les ouragans, les inondations, les tempêtes hivernales) qu'ailleurs au pays; dans ces deux régions, certains États sont nettement plus à risque que d'autres;</li> <li>moins de risque de décéder dans les grandes villes américaines (p. ex., Atlanta, New York, San Francisco) qu'en milieu rural – le risque sur le plan individuel est moindre du fait qu'il y a plus de monde à risque.</li> <li>Commentaire : Les aléas moins publicisés, mais plus nombreux (p. ex., chaleur, temps violents hivernaux ou estivaux) sont plus meurtriers que les aléas plus publicisés (p. ex., ouragans, tremblements de terre).</li> </ul>
Schnitzler J, Benzler J, Altmann, Mucke I & Krause G (2007) Survey on the Population's Needs and the Public Health Response During Floods in Germany 2002. <i>J Public Health Management Practice</i> 13(5) : 461-464.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- inondations, Allemagne, 2002.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- population des secteurs affectés par l'inondation, Saxony et États voisins.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Sources des données :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- enquête téléphonique.</li> </ul> </li> <li>Critères sélection :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- avoir été affecté par l'inondation;</li> <li>- avoir un numéro de téléphone publié;</li> <li>- adulte du ménage (date de naissance la plus récente).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>477 participants : 2 sur 3 de sexe féminin; âge médian de 51 ans;</li> <li>la majorité des ménages a été inondée (90,5 %) – environ le tiers, dans la maison (p. ex., séjour, chambre);</li> <li>la majorité a eu un contact direct avec l'eau ou la vase (77,8 %) ou a participé aux activités de ménage (79,2 %);</li> <li>prévalence de la diarrhée durant ou juste après l'inondation : de l'ordre de 6,9 %; prévalence de blessures, 11,7 %;</li> <li>recommandations de vaccination (p. ex., hépatite A) : 31,7 %;</li> <li>sources d'information durant l'inondation : radio (61,6 %), télévision (55,7 %), journaux (52,4 %), haut-parleurs (46 %), dépliants (28,4 %), Internet (6,4 %), la diffusion simultanée des messages par radio et par haut-parleurs fournit de l'information à 80 % de la population touchée;</li> </ul>

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Schnitzler J, Benzler J, Altmann, Mucke I & Krause G (2007) (suite).			<ul style="list-style-type: none"> <li>• ordre d'évacuation : 26,3 % des participants (durée moyenne avant l'exécution : 9,1 heures; médiane : 2 heures); recommandation d'évacuation : 9,7 %;</li> <li>• évacuation effective : 87,7 % des ordres d'évacuation, 38,1 % des recommandations; 37,1 % des participants ont quitté de leur propre chef.</li> </ul> <p>Explication du type d'assistance reçue (analyse multivariée : régression logistique; rapport de cotes, RC) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• p/r aux répondants ayant reçu une assistance non professionnelle, proportion plus élevée de grande satisfaction (bonne ou très bonne) de l'aide reçue chez les participants assistés par des professionnels (RC = 4,5; IC<sub>95</sub> % : 2,8 - 8,2);</li> <li>• (RC des autres variables non présentés et non significatifs).</li> </ul> <p>Explication de la prévalence de diarrhées (analyse multivariée) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• p/r aux hommes, prévalence de diarrhées plus élevée chez les femmes (RC = 3,9; IC<sub>95</sub> % : 1,5 - 10,0);</li> <li>• p/r aux répondants n'ayant pas eu contact avec l'eau, prévalence de diarrhée plus élevée chez ceux dont la peau a été en contact (RC = 5,8; IC<sub>95</sub> % : 1,3 - 25,1);</li> <li>• p/r aux répondants sans étang privé, prévalence de diarrhée plus élevée chez ceux dont l'eau provenait d'un étang privé (RC = 3,5; IC<sub>95</sub> % : 1,2 - 10,5).</li> </ul> <p>Explication des blessures (analyse multivariée) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• p/r aux répondants n'ayant pas eu contact avec l'eau, prévalence de blessures plus élevée chez ceux dont la peau a été en contact (RC = 17,8; IC<sub>95</sub> % : 2,4 - 130,5);</li> <li>• (RC des autres variables non présentés et non significatifs).</li> </ul> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Commentaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- le plus important facteur de risque de diarrhées ou de blessures lié à l'inondation est le contact avec l'eau lors de l'inondation;</li> <li>- la différence entre les hommes et les femmes n'est pas claire (différentes expositions ou comportements différents?).</li> </ul> </li> </ul>

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Guzzetti F, Stark CP & Salvati P (2005) Evaluation of Flood and Landslide Risk to the Population of Italy. <i>Environmental Management</i> Vol 36(1) : 15-36.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- glissements de terrain et inondations, Italie, 1279-2002.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Italiens décédés, blessés ou déplacés en raison d'inondations et de glissements de terrain.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Sources des données :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Italian National Research Council's (CNR) AVI project archive</i>;</li> <li>- publications et rapports d'événements météorologiques ou hydrologiques ayant produit des inondations ou des glissements de terrain;</li> <li>- Internet.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1279-2002 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>12 580 inondations ou glissements de terrain (nommés glissements ci-après) pour 50 593 impacts humains (inondations : 38 242; glissements : 12 351);</li> <li>variations du nombre d'impacts humains et d'inondations/glissements au cours de la période dues notamment à l'amélioration de l'intégralité du fichier de données au fil du temps et selon l'intensité de l'aléa (meilleure intégralité si l'aléa touche un nombre élevé de personnes), aux changements dans la fréquence et l'intensité des aléas, l'abondance et la distribution de la population à risque et l'effet des mesures prises.</li> </ul> <p>1900-2002 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 102 glissements, dont 878 mortels, soit 8,52 aléas mortels par an; 2 216 blessés et 5 278 fatalités (5 190 décès et 88 disparus; en moyenne 6,0 fatalités par aléa);</li> <li>893 inondations; 755 mortelles, soit 7,33 aléas mortels par an; 2 340 blessés et 2 750 fatalités (2 630 décès; 120 disparus; moyenne : 3,8 fatalités par aléa);</li> <li>variation mensuelle et saisonnière des décès/disparus (données complètes pour 884 glissements et 766 inondations) : de façon générale, octobre est le mois le plus violent et le plus fatal; l'automne, la saison la plus destructrice;</li> <li>variation géographique : le nord de l'Italie est plus affecté par les inondations et les glissements de terrain que le sud et le centre de l'Italie, en raison de son étendue, de ses caractéristiques géomorphologiques et météorologiques.</li> </ul> <p>1950-2002 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>en Italie, le taux de mortalité due aux glissements (0,148 par 100 000 habitants) était plus élevé que le taux attribuable aux tremblements de terre (0,120 par 100 000 habitants), aux inondations (0,044 par 100 000 habitants) et aux avalanches de neige (0,003 par 100 000 habitants).</li> </ul>

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Jonkman SN & Kelman I (2005). An analysis of the causes and circumstances of flood disaster deaths. <i>Disasters</i> 29(1): 75-97.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- inondations, États-Unis et Europe, 1989-2003.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Américains et Européens décédés lors de 247 inondations</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Sources des données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- rapports/études;</li> <li>- communications personnelles;</li> <li>- articles de presse.</li> </ul> </li> <li>Définitions : <ul style="list-style-type: none"> <li>- inondation: présence d'eau dans un endroit généralement sec;</li> <li>- désastre : inondation qui crée des dommages ou interfère significativement avec les activités humaines/sociétales; fatalité due ou liée à une inondation : décès (direct ou indirect durant les phases pré-impact, impact ou post-impact) qui ne serait pas apparu sans l'aléa.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1989-2003 :</p> <p>247 décès rapportés dans 13 études (Europe : 95; États-Unis, É.-U. : 152);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>67,6 % des décès par noyade (25,1 % à pied, 32,8 % dans un véhicule, 2,8 % dans un bateau, 0,8 % durant attente de sauvetage; 6,1 % dans un immeuble);</li> <li>11,7 % des décès liés à des traumatismes physiques (1,6 % à pied, 5,7 % dans un véhicule, 0,8 % dans un bateau, 0,4 % durant la tentative de sauvetage; 3,2 % dans un immeuble);</li> <li>20,6 % d'autres causes (crise cardiaque : 5,7 %, dont 21,5 % durant la phase d'évacuation; électrocution : 2,8 %; intoxication au monoxyde de carbone : 0,8 %; feux : 1,2 %; autres : 1,2 %; non rapportés : 6,5 %);</li> <li>≤ 19 ans : 13,4 % des décès; 20-60 ans : 39,7 %; &gt; 60 ans : 16,6 %; non rapporté : 30,4 %;</li> <li>sexe masculin : 58,7 % des décès; féminin : 25,1 %; non rapporté : 16,2 % - différence expliquée en partie par la plus grande proportion d'hommes qui conduisaient des voitures et participaient aux services d'urgence et de soutien;</li> <li>phase d'impact : 75,7 % des décès; post-impact : 10,9 %; inconnue : 13,4 % - possibilité de biais dû à l'exclusion de la phase pré-impact et du peu de données pour la phase post-impact;</li> <li>principale différence entre les É.-U. et l'Europe : davantage de décès en véhicule aux É.-U. (48,0 % versus 12,6 %), mais davantage de décès à pied en Europe (35,8 % versus 18,4 %) – diverses raisons ont été émises, dont le type ou la source d'aléas (É.-U. : cyclones; Europe : inondations dues à des rivières).</li> </ul>

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Reacher M, McKenzie K, Lane C, Nichols T, Kedge I, Iversen A, Hepple P, Walter T, Laxton C & Simpson J (2004) Health impacts of flooding in Lewes: a comparison of reported gastrointestinal and other illness and mental health in flooded and non-flooded households. <i>Communicable Disease and Public Health</i> vol 7(1) : 1-8.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- inondation, Lewes, sud-est de l'Angleterre, 2000.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- personnes (p.) de ménages (m.) inondés (227 p. dans 103 m.) et non inondés (240 p. dans 104 m.) dans le secteur du code postal BN7 2, Lewes.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources des données :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- questionnaires sur les impacts de l'inondation sur la maison et la santé physique au cours de la période allant de l'inondation (12 octobre) à l'entrevue;</li> <li>- <i>12-item General Health Questionnaire</i> (GHQ-12).</li> </ul> </li> <li>Définitions:                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- une personne a été considérée exposée à l'inondation si elle était résidente de la maison inondée et présente la veille et le jour de l'inondation;</li> <li>- une adresse a été considérée si au moins une pièce habitable (occupée pour <math>\geq 4</math> heures par jour dans l'année) a été touchée par l'inondation (exemples de pièce non habitables : cave, corridor).</li> </ul> </li> </ul>	<p>Déplacement des ménages dû à l'inondation :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>non inondés : 0 jour, j = 91 %; 1-10 j = 9 %;</li> <li>inondés : 0 j = 8 %; 1-10 = 15 %; &gt; 10 j = 76 %;</li> <li>chez les adultes et enfants inondés, 2,2 (IC<sub>95</sub> % : 1,1 - 4,1, p = 0,02) fois plus de risque d'avoir des maux d'oreille (RR ajusté pour âge et sexe) vs non inondés;</li> <li>chez les adultes inondés, 1,7 (IC<sub>95</sub> % : 0,9 - 4,1, p = 0,02) fois plus de risque d'avoir des maux d'oreille (RR ajusté pour âge et sexe) vs non inondés;</li> <li>tendance à la hausse du risque de gastroentérite selon la hauteur de l'inondation (p<sub>tendance</sub> = 0,04);</li> <li>48 % des adultes inondés étaient en détresse psychologique (<math>\geq 4</math> sur une échelle de 12 points) p/r à 12 % chez les non inondés (RR = 4,1; IC<sub>95</sub> % : 2,6 - 6,4, p &lt; 0,0005) et tendance à la hausse du risque de détresse selon la hauteur de l'inondation (p<sub>tendance</sub> = 0,01).</li> </ul> <p>Analyse multivariée chez les adultes, modèles linéaires généralisés ajustés pour l'âge, le sexe, le fait d'avoir été inondé, le reflux/débordement des eaux usées, l'interruption de la distribution de l'eau, le changement de goût/couleur/apparence de l'eau :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>la détresse psychologique demeure le principal facteur de risque associé significativement au risque de maux d'oreilles (RR = 4,1; IC<sub>95</sub> % : 1,5 - 10,7, p &lt; 0,0005), ou au risque de gastro-entérites (RR = 1,9; IC<sub>95</sub> % : 1,0 - 3,2, p = 0,05), ou au risque d'éruptions cutanées (RR = 3,3; IC<sub>95</sub> % : 1,0 - 10,4, p = 0,04);</li> <li>cela signifie que le risque de détresse psychologique à la suite d'une inondation est indépendant des problèmes de santé physique et des problèmes liés au système d'approvisionnement en eau chez les ménages inondés. La détresse psychologique pourrait également être importante chez les enfants, mais il n'a pas été possible de la mesurer dans cette étude. Cette observation n'exclut pas l'importance des problèmes de santé physique lors d'une inondation.</li> </ul>

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Wade TJ, Sandhu SK, Levy D, Lee S, LeChevallier MW, Katz L, & Colford JM, Jr. (2004) Did a severe flood in the Midwest cause an increase in the incidence of gastrointestinal symptoms? <i>Am J Epidemiol</i> 159(4): 398-405.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- inondations, Midwest, États-Unis, 2001.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- cohorte de 1 296 personnes (457 ménages) vivant le long de la rivière Mississippi (cohort of Water Evaluation Trial).</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Périodes étudiées : <ul style="list-style-type: none"> <li>- inondations : 14 avril au 30 mai 2001;</li> <li>- suivi : mai 2001 à juin 2002</li> </ul> </li> <li>Sources des données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- infrastructures d'eau locales (données de qualité de l'eau);</li> <li>- <i>American Water</i> (données de qualité de l'eau);</li> <li>- enquêtes (par la poste et par téléphone).</li> </ul> </li> <li>Définitions : <ul style="list-style-type: none"> <li>- symptômes gastro-intestinaux très crédibles (nommés symptômes g.-i.) : apparition dans les 24 heures (h) de vomissements, ou de diarrhée liquide, ou non liquide avec crampes, ou de nausées avec crampes;</li> <li>- un épisode unique de diarrhée : <math>\geq 3</math> selles pour une seule période de 24 h;</li> <li>- diarrhée sévère : <math>\geq 6</math> selles en 24 h;</li> <li>- conditions gastro-intestinales chroniques : syndrome du colon irritable, intolérance au lactose, diverticulose, colique ulcéreuse, maladie de Crohn;</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>participation à l'étude : 1 257 parmi 1296 personnes (445 des 457 ménages).</li> <li>sujets exposés à l'inondation : 1 204.</li> <li>contamination des sources d'eau durant l'inondation : <math>\uparrow</math> de 330 % de la concentration de <i>Giardia</i>, de 270 % de coliphages (changements non significatifs pour les <i>Cryptosporidium</i> et virus cultivables);</li> <li>Comparaison de la période de l'inondation avec le reste de la période de suivi de la cohorte (période hors inondation) : <ul style="list-style-type: none"> <li>taux de symptômes g.-i. et d'épisodes de diarrhée plus élevés en hiver comparativement à chacune des autres saisons (voir l'article);</li> <li>taux de symptômes g.-i. (rapport de taux d'incidence, RTI = 1,29; IC<sub>95</sub> % : 1,06 - 1,58) et d'épisodes de diarrhée plus élevés lors de l'inondation (RR = 1,23; IC<sub>95</sub> % : 0,94 - 1,62);</li> <li>taux d'hospitalisation pour conditions g.-i. plus élevé lors de l'inondation (RR = 8,10; IC<sub>95</sub> % : 0,77 - 85,01) – intervalle non significatif probablement en raison de la faible puissance (juste six sujets hospitalisés, 29 jours d'hospitalisation).</li> <li>RTI plus élevés de symptômes g.-i. (RTI = 1,47; IC<sub>95</sub> % : 1,00 - 1,26) d'épisodes de diarrhée (RTI = 1,69; IC<sub>95</sub> % : 0,82 - 3,49) et de diarrhée sévère (RTI = 7,05; IC<sub>95</sub> % : 0,80 - 61,9) chez les personnes ayant une condition g.-i. chronique;</li> <li>RTI plus élevés de symptômes g.-i. (RTI = 2,03; IC<sub>95</sub> % : 1,15 - 3,57) et d'épisodes de diarrhée (RTI = 2,78; IC<sub>95</sub> % : 1,05 - 7,36) chez les personnes rapportant de fréquents symptômes g.-i. dans la dernière année;</li> <li>RTI plus élevé de diarrhées sévères (RTI = 2,57; IC<sub>95</sub> % : 1,03 - 6,41) chez les personnes qualifiant leur état de santé de bon, moyen ou pauvre;</li> <li>RTI plus élevé de symptômes g.-i. (RTI = 1,47; IC<sub>95</sub> % : 1,01 - 2,13) et de diarrhées sévères (RTI = 2,92; IC<sub>95</sub> % : 1,04 - 8,25) chez les <math>\geq 50</math> ans.</li> <li>RTI plus élevé de g.-i.</li> <li>chez les personnes dont la maison/cour a été inondée (RTI = 2,36; IC<sub>95</sub> % : 1,37 - 4,07), en particulier chez les <math>\leq 12</math> ans (RTI = 2,42; IC<sub>95</sub> % : 1,22 - 4,82) et les <math>\geq 50</math> ans (RTI = 6,20; IC<sub>95</sub> % : 3,34 - 11,51);</li> <li>chez les <math>\leq 12</math> ans ayant été en contact avec l'eau lors de l'inondation (RTI = 1,90; IC<sub>95</sub> % : 0,93 - 3,85; <math>\leq 5</math> ans : RTI = 3,18; IC<sub>95</sub> % : 1,79 - 5,66) de même que chez les <math>\geq 50</math> ans (RTI = 1,46; IC<sub>95</sub> % : 0,65 - 3,27).</li> </ul> </li> </ul>

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Wade TJ, Sandhu SK, Levy D, Lee S, LeChevallier MW, Katz L, & Colford JM, Jr. (2004) (suite).		- contact avec l'eau lors de l'inondation : avoir une maison ou une cour inondée, toucher un objet ayant été en contact avec l'eau, marcher dans l'eau, nettoyer des objets touchés par l'eau.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Commentaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- augmentation de l'incidence des symptômes gastro-intestinaux pendant l'inondation – hausse plus prononcée chez les personnes ayant des antécédents de maladies gastro-intestinales chroniques ou ayant un moins bon état de santé;</li> <li>- si en contact avec l'eau, risque de maladies g.-i., surtout chez les enfants;</li> <li>- possibilité de biais de rappel (symptômes gastro-intestinaux).</li> </ul> </li> </ul>
Daley WR, Shireley L & Gilmore R (2001) A flood-related outbreak of carbon monoxide poisoning-Grand Forks, North Dakota. <i>The Journal of Emergency Medicine</i> , Vol. 21 (03) : 249-253.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- inondation, Dakota du Nord États-Unis, 1997.</li> </ul> </li> <li>• Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- agrégats d'intoxications au monoxyde de carbone (CO) ayant visité les urgences à Grand Forks.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude descriptive.</li> <li>• Sources des données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Département des urgences;</li> <li>- North Dakota Department of Health.</li> </ul> </li> <li>• Définition: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Cas: personne ayant reçu un diagnostic d'intoxication CO (carboxyhémoglobine, COHb &gt; 10 %) liée à l'inondation – du 2 mai au 13 juillet 1997.</li> </ul> </li> </ul>	<p>Des 33 cas d'intoxication au CO (survenus du 7 mai au 23 juin) confirmés au laboratoire – 18 incidents séparés :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 16 cas (pour cinq incidents) chez les professionnels de nettoyage;</li> <li>• 82 % de sexe masculin;</li> <li>• âge moyen : 35 ans; <math>n_{0-12 \text{ ans}} = 3</math> cas; <math>n_{13-18} = 2</math>; <math>n_{19-40} = 15</math>; <math>n_{41-64} = 12</math>; <math>n_{&gt; 64} = 1</math>;</li> <li>• trois principaux symptômes : maux de tête : 21 cas; nausées : 16 cas; étourdissements : 25 cas;</li> <li>• une seule source d'intoxication : laveuse à pression à essence utilisée pour nettoyer les sous-sols abîmés par l'inondation;</li> <li>• durée de l'exposition : 2-4 heures pour 20 cas (11 incidents); 30-90 minutes pour 13 cas (7 incidents);</li> <li>• 30 cas (15 incidents) avaient ouvert fenêtres/portes (COHb &gt; 20,6 %); 3 cas (3 incidents) n'avaient pas ventilé (COHb &gt; 17,9 %).</li> <li>• Commentaire : Les intoxications au CO devraient être considérées comme un danger potentiel après les inondations majeures.</li> </ul>

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Ogden CL, Gibbs-Scharf LI, Kohn MA & Malilay J (2001) <i>Emergency Health surveillance after Severe Flooding in Louisiana, 1995. Prehospital and Disaster Medicine</i> 16(3) : 138-44.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- inondation, Louisiane, États-Unis, 1995.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- urgences de 37 hôpitaux de 12 zones déclarées sinistrées, région métropolitaine de la Nouvelle-Orléans.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Périodes étudiées : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pré-impact : 1<sup>er</sup> au 7 mai;</li> <li>- impact : 8 au 9 mai;</li> <li>- post-impact: 10 au 16 mai.</li> </ul> </li> <li>Sources des données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- données de surveillance des départements d'urgence;</li> <li>- Louisiane Office of Public Health.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>31 des 37 hôpitaux ont fourni des renseignements en regard de l'impact de l'inondation sur l'établissement : cinq (n = 31) ont été qualifiés de sévèrement touchés; 17, de modérément touchés; neuf, jugés non touchés; cette catégorisation a été réalisée sur la base de divers impacts, comme les routes bloquées (67,7 %), l'utilisation d'une source d'énergie de secours (22,6 %), d'une source d'eau alternative (12,9 %), les problèmes d'eaux usées (19,4 %). Relevons également que plus d'un hôpital sur cinq a rapporté avoir manqué de médecins, le tiers des hôpitaux, d'infirmiers, et que trois hôpitaux sévèrement atteints par les inondations ont dû refuser des patients.</li> <li>29 des 37 hôpitaux ont fourni des données de surveillance sur une période de ≥ 15 jours en mai, dont 26 avaient également transmis des données sur l'impact de l'inondation (3 des 5 hôpitaux sévèrement touchés, 14 des 17 modérément touchés, et les neuf non touchés); 3 hôpitaux n'ont rapporté aucun renseignement en rapport avec l'impact de l'inondation sur l'établissement (nommés « hôpitaux avec données d'impact inconnues » ci-après);</li> <li>nombres moyens de visites à l'urgence par jour : 1 528 durant la phase pré-impact; 1 469, lors de l'inondation; 1 610, durant la phase post-impact – différence non statistiquement significative (p = 0,1939);</li> <li>nombres de visites pour maladies (m) et blessures (b) pour l'ensemble des hôpitaux étaient respectivement de 6 863 (m) et de 3 790 (b) dans la phase pré-impact (pré-), de 1 966 (m) et de 1 061 (b) dans la phase impact, de 7 584 (m) et de 3 996 (b) dans la phase post-impact (post-) (p = 248);</li> <li>stratifiées selon la période étudiée (pré-impact, impact, post-impact), on observe globalement, une plus grande proportion de visites dues aux maladies qu'aux blessures, mais on observe aussi : <ul style="list-style-type: none"> <li>- une proportion due aux blessures plus élevée dans la phase post- (51 %) que pré-impact (44 %, p = 0,005) dans les hôpitaux avec données d'impact inconnues, de même qu'une hausse dans la proportion de visites dues aux blessures durant l'impact (38 %; pré- : 33 %; post- : 34 %, p = 0,007), dans les hôpitaux moyennement touchés – comme rapporté dans la discussion, selon les auteurs, cela suggère que les problèmes de santé aigus dus aux inondations peuvent être liés aux blessures;</li> </ul> </li> </ul>

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Ogden CL, Gibbs-Scharf LI, Kohn MA & Malilay J (2001) (suite).			- les hôpitaux sévèrement touchés par les inondations accusent les plus petites variations (% de blessures : pré-impact = 33 %, impact = 32 %; post-impact = 30 %) – selon les auteurs, il pourrait avoir été trop difficile pour les patients de s'y rendre ou ils ont craint que les hôpitaux ne puissent répondre à leurs besoins (trois hôpitaux sévèrement atteints ont dû refuser des patients); le manque de données de surveillance pour deux des cinq hôpitaux sévèrement touchés pourraient aussi avoir contribué à cet état de choses.
Coates L (1999) Floods fatalities in Australia, 1788-1996. <i>Australian Geographer</i> 30(3) : 391-408.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aléas étudiés : - inondations, Australie, 1788-1996.</li> <li>• Population étudiée : décès attribuables aux inondations.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude descriptive.</li> <li>• Source des données : - journaux (<i>Sydney Gazette, New South Wales Advertiser, Sydney Morning Herald</i>); - Rapports scientifiques et littérature grise. - Commonwealth Bureau of Meteorology.</li> </ul>	<p>1788-1996: 2 213 décès attribuables aux inondations, dont 449 (20 %) à 10 aléas.</p> <p>Variations spatiales et temporelles :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 4 pics de décès (1852, 1870, 1896, 1916), mais globalement, ↓ du taux de décès de 23,98/100 000 habitants (h) dans les années 1800, à 0,04/100 000 habitants dans les années 1990;</li> <li>• 49,3 % des décès dans le New South Wales (NSW) et 33,5 %, le Queensland (Q), mais sur la base des taux, le Northern Territory (NT), moins densément peuplé, est plus à risque (/100 000 h : NT = 0,66; NSW = 0,16; Q = 0,40);</li> <li>• l'analyse selon des intervalles de 50 ans (p. ex., 1847-1896) donnent une indication du risque d'inondation dans chaque État au fil du temps; de même, la distribution des décès et des inondations par réseau d'évacuation et de drainage illustrent les endroits les plus à risque (données non présentées dans ce tableau);</li> <li>• les inondations peuvent survenir tous les mois de l'année, principalement en février (25,5 %), en juin (12,5 %) et en janvier (12,1 %).</li> </ul> <p>Distribution des décès par âge et sexe :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• globalement, l'analyse des taux de décès par groupe d'âge indique une ↑ importante de décès chez les &lt; 25 ans et les &gt; 59 ans – cela reflète l'inhabilité des aînés/très jeunes à fuir et la propension à prendre des risques chez les jeunes; l'analyse selon des intervalles de 50 ans (p. ex., 1847-1896) montre aussi une ↑ des décès chez les 35-54 ans (données non présentées ici);</li> <li>• globalement, 80,6 % des décès étaient des hommes (n = 1 513 personnes).</li> </ul> <p>Distribution des décès selon les circonstances/lieux des victimes et les raisons sous-jacentes à ces circonstances/lieux :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 31,5 % (n = 1 406) étaient à la maison ou au chalet, dont plus de la moitié attendaient du secours 16,5/31,5 %; 28,3 % essayaient de traverser une rivière ou un ruisseau et 10,2 %, de traverser une route ou un pont (autres lieux : 30 %);</li> </ul>

**Tableau 3 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des inondations (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Coates L (1999) (suite).			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 25,7 % (n = 1 001) étaient en attente des secours; 6,1 %, secourus ou évacués; 9,5 %, pas au courant de l'inondation; 3,4 %, des secouristes volontaires; 12,4 %, au travail (p. ex., miniers); 5,7 %, dans des activités récréatives; 16 % souhaitaient atteindre une destination; 8,3 %, récupérer un animal ou une chose (autres raisons : 12,9 %).</li> </ul>

IC<sub>95</sub> % = intervalle de confiance à 95 %.

p = valeur p de signification statistique.

r = coefficient de corrélation.

RC = rapport de cotes.

RR = risque relatif.

RTI = ratio du taux d'incidence.



## **4 GLISSEMENTS DE TERRAIN**

### **4.1 GÉNÉRALITÉS**

Un glissement de terrain est le déplacement vers le bas de matériaux géologiques sur un versant (Ressources naturelles Canada, 2009b). Les matériaux d'un glissement peuvent être constitués de roche ou de sédiments meubles, dont l'argile, le sable, le gravier, ou encore de tous ces matériaux à la fois (Ressources naturelles Canada, 2009b).

L'infiltration des eaux pluviales ou de la fonte des neiges dans le sol et l'érosion progressive des berges, à cause de cours d'eau ou d'interventions humaines déstabilisantes, sont les deux causes principales de glissements de terrain (Sanchez et collab., 2003, Bourque et Simonet, 2008).

L'ampleur d'un glissement de terrain peut varier d'un simple bloc qui se détache d'une falaise à une vaste zone englobant des dizaines de kilomètres carrés (Ressources naturelles Canada, 2009b). Dans sa trajectoire, un glissement de terrain peut emporter des matériaux géologiques dont les caractéristiques diffèrent des matériaux d'origine, auxquels peuvent s'ajouter de l'eau et des arbres (Ressources naturelles Canada, 2009b).

Les effets secondaires des glissements de terrain (les barrages et les vagues de déplacement engendrés par les glissements) prolongent leur impact au-delà des débris qu'ils entraînent sur leur passage (Evans, 2001).

#### **Au Canada**

Chaque année, les glissements de terrain se produisent partout au Canada. Cependant, les régions montagneuses à pentes abruptes qui connaissent des précipitations abondantes, comme la Cordillère méridionale en Colombie-Britannique et en Alberta et les basses terres du Saint-Laurent au Québec et en Ontario, sont les régions les plus vulnérables (Ressources naturelles Canada, 2009b).

De 1900 à 2010, 38 glissements de terrain importants ont été répertoriés au Canada, dont 12 dans la province de Québec (Sécurité publique Canada, 2009). Ces événements ont tué 395 personnes, en ont blessé au moins 79, en plus d'avoir entraîné l'évacuation d'au moins 3 736 personnes (Sécurité publique Canada, 2009). Ils ont aussi causé la destruction de plusieurs communautés et des dommages évalués à plusieurs milliards de dollars (Evans et collab., 2002, Ressources naturelles Canada, 2009b).

### **4.2 CONSÉQUENCES SANITAIRES**

Seulement trois études descriptives (deux en Italie et une au Canada) ont été retenues pour mettre en lumière les effets et les indicateurs sanitaires associés aux glissements de terrain. Leurs principaux résultats sont résumés au tableau 4. Les points saillants qui en émergent sont énumérés et commentés ci-dessous.

### **4.3 LES GLISSEMENTS DE TERRAIN SONT SOUVENT PEU ÉTUDIÉS, MALGRÉ QU'ILS AIENT ENTRAÎNÉ PLUSIEURS DÉCÈS ET BLESSÉS**

Comme illustrés par les statistiques suivantes, les glissements de terrain ont occasionné beaucoup de décès et de blessés dans la population (Guzzetti et collab., 2005, Guzzetti, 2000, Evans, 1997).

En Italie, de 1900 à 2002, 2 216 blessés, 5 190 décès et 88 disparus attribuables aux glissements de terrain ont été répertoriés (Guzzetti et collab., 2005).

Au Canada, de 1840 à 1996, plus de 545 décès liés aux glissements de terrain ont été enregistrés (Evans, 1997).

Le fait que le taux de mortalité dû aux glissements de terrain soit nettement moindre que les taux associés à des causes médicales (p. ex., le cancer, les maladies cardiaques) ou à d'autres causes (p. ex., les traumatismes routiers et les avalanches de neige) (Guzzetti, 2000, Evans, 1997) pourrait expliquer le peu de publications trouvées sur ce sujet.

#### **4.3.1 En Italie, la saison d'automne, et particulièrement le mois d'octobre, enregistre le plus grand nombre d'évènements mortels et de pertes humaines en raison des glissements de terrain**

En Italie, de 1410 à 1999, la majorité des glissements de terrain mortels (12,6 %) et des pertes de vie humaine (31,6 %) a été répertoriée en octobre (Guzzetti, 2000). Si bien que l'automne y est la saison la plus destructrice, avec 29 % des aléas, et aussi la plus meurtrière, avec 39 % de décès.

#### **4.3.2 Les régions situées au nord de l'Italie présentent le plus grand nombre de décès et de disparus liés aux glissements de terrain**

Les régions les plus affectées par les glissements de terrain sont situées au nord de l'Italie (Guzzetti et collab., 2005, Guzzetti, 2000).

Le Nord compte aussi le plus grand nombre de décès ou de personnes disparues (6 365), comparativement aux régions du sud (2 399) et du centre (1 149) (Guzzetti, 2000).

Le nombre élevé de fatalités observé dans le nord de l'Italie est probablement lié à son étendue, de même qu'à ses caractéristiques géomorphologiques et météorologiques.

#### **4.3.3 Au Canada, la probabilité annuelle de décéder dans un glissement de terrain a diminué au cours des derniers siècles**

Une étude canadienne portant sur les glissements de terrain a indiqué une baisse de la probabilité annuelle de décéder lors de tels aléas, au cours de la période 1840-1996 (Evans, 1997). À l'échelle du pays, cette probabilité était de  $1,31 \cdot 10^{-7}$  en 1994; à l'échelle du Québec, elle s'élevait à  $1,85 \cdot 10^{-7}$  en 1995.

**Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des glissements de terrain**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Guzzetti F, Stark CP & Salvati P (2005) Evaluation of Flood and Landslide Risk to the Population of Italy. <i>Environmental Management</i> Vol 36(1) : 15-36.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glissements de terrain et inondations, Italie, 1279-2002.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Italiens décédés, blessés ou déplacés en raison d'inondations et de glissements de terrain.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Sources des données <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Italian National Research Council's (CNR) AVI project archive</i>;</li> <li>- publications et rapports d'événements météorologiques ou hydrologiques ayant produit des inondations ou des glissements de terrain;</li> <li>- Internet.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1279-2002 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tableau 412 580 inondations ou glissements de terrain (nommés glissements ci-après) pour 50 593 impacts humains (inondations : 38 242; glissements : 12 351);</li> <li>variations du nombre d'impacts humains et d'inondations/glissements au cours de la période dues notamment à l'amélioration de l'intégralité du fichier de données au fil du temps et selon l'intensité de l'aléa (meilleure intégralité si l'aléa touche un nombre élevé de personnes), aux changements dans la fréquence et l'intensité des aléas, l'abondance et la distribution de la population à risque et l'effet des mesures prises.</li> </ul> <p>1900-2002 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1 102 glissements dont 878 mortels, soit 8,52 aléas mortels par an; 2 216 blessés et 5 278 fatalités (5 190 décès et 88 disparus; en moyenne 6,0 fatalités par aléa);</li> <li>893 inondations; 755 mortelles, soit 7,33 aléas mortels par an; 2 340 blessés et 2 750 fatalités (2 630 décès; 120 disparus; moyenne : 3,8 fatalités par aléa);</li> <li>variation mensuelle et saisonnière des décès/disparus (données complètes pour 884 glissements et 766 inondations) : de façon générale, octobre est le mois le plus violent et le plus fatal; l'automne, la saison la plus destructrice;</li> <li>variation géographique : le nord de l'Italie est plus affecté par les inondations et les glissements de terrain que le sud et le centre de l'Italie, en raison de son étendue, de ses caractéristiques géomorphologiques et météorologiques.</li> </ul> <p>1950-2002 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>en Italie, le taux de mortalité due aux glissements (0,148 par 100 000 habitants) était plus élevé que le taux attribuable aux tremblements de terre (0,120 par 100 000 habitants), aux inondations (0,044 par 100 000 habitants) et aux avalanches de neige (0,003 par 100 000 habitants).</li> </ul>

**Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des glissements de terrain (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Guzzetti F (2000). Landslide fatalities and the evaluation of landslide risk in Italy. <i>Engineering Geology</i> 58 : 89-107.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Glissements de terrain, Italie, 1279-2002.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Italiens décédés, blessés ou déplacés en raison de glissements de terrain.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude descriptive.</li> <li>Sources des données :                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Archives de la <i>National Research Council's AVI Project</i>;</li> <li>- publications et rapports d'investigations des glissements de terrains historiques;</li> <li>- diverses autres sources.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>De 1279-1999, 995 glissements de terrain (nommés glissements ci-après) avec des impacts humains, soit 1 glissement à tout 0,7 année, ou 1,38 glissement par année – si on ne retient que les glissements touchant <math>\geq 3</math> décès ou disparus, on obtient 303 glissements, soit 1 glissement toutes les 2,37 années.</li> <li>Variation du taux moyen (et déviance) de glissements de terrain au fil du temps attribuable aux changements des conditions conduisant à ces glissements (p. ex., anomalies climatiques, pluies, caractéristiques des usages du territoire, actions humaines telles les excavations) – d'où l'utilisation d'une analyse simple et visuelle des courbes cumulatives.</li> </ul> <p>1410-1999 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>12 421 décès (n = 10 447), blessés (n = 1 866) et disparus (n = 108), soit en moyenne 18 décès/disparus par an, dus à <math>\geq 996</math> glissements (dont 840 glissements pour 10 555 décès/disparus);</li> <li>du nombre cumulatif de décès et de blessés associés aux glissements de terrain au cours de la période étudiée, surtout en raison de l'amélioration de l'intégralité du fichier au fil du temps (1900-1999 : 7 799 décès (n = 5 831), blessés (n = 1 860) et disparus (n = 108), soit en moyenne 59,5 décès/disparus par an;</li> <li>les aléas soudains (p. ex., avalanches) ont causé <math>\geq 80</math> % des décès et blessures, alors que les aléas plus lents (p. ex., les glissements) ont généralement engendré plus de personnes déplacées et de sans-abri; distinction basée entre autres sur le type de mouvement de masse rocheuse (p. ex., glissements de terrain, écoulements de débris, avalanches, effondrements);</li> <li>variation géographique des décès/disparus selon la région étudiée (nord de l'Italie = 6 365 personnes; centre du pays = 1 149; régions du sud = 2 399), probablement en raison des différences géomorphologiques;</li> <li>variation mensuelle et saisonnière des décès/disparus (données complètes pour 829 aléas) : octobre est le mois le plus violent (12,6 % des aléas mortels et 31,6 % des décédés/disparus); suivi du mois de septembre pour les décédés/disparus (17,6 %) et de novembre pour les aléas (11,7 %); automne = saison la plus destructrice (aléas = 29 %; décès/disparus = 39 %), puis l'été (25,4 % et 27,5 %), l'hiver (25,6 % et 14,2 %), le printemps (19,8 % et 18,8 %).</li> </ul>

**Tableau 4 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des glissements de terrain (suite)**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Guzzetti F (2000) (suite).			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 1990-1999 : le nombre moyen de décès par 100 000 habitants dus aux glissements de terrain = 0,05 (variant de 0 en 1995 à 0,28 en 1998) – ce qui est beaucoup moins que le taux de mortalité d'autres causes (p. ex., maladies cardiaques, traumatismes routiers);</li> <li>• en 1999, ↓ du taux de mortalité de 23 % par rapport à 1950 – les taux de mortalité sont toutefois restés stables en milieu rural et en montagne.</li> </ul>
Evans SG (1997) Fatal landslides and landslide risk in Canada. <i>Landslide Risk Assessment, Cruden &amp; Fell (eds) Balkema, Rotterdam</i> 185- 196.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aléas étudiés : - Glissements de terrain, Canada, 1840-1996.</li> <li>• Population étudiée : - Canadiens.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Étude descriptive.</li> <li>• Sources des données : - catalogues rétrospectifs de journaux papiers de British Columbia Legislative Library; - fichiers et documents non publiés de J.-Y. Chagnon (Université Laval); - catalogues du <i>New York Times</i>, 1913-1955; - Librairie nationale du Canada; - revue de la littérature existante.</li> <li>• Critère : - seul le nombre de perte de vie définit un désastre dû aux glissements de terrain.</li> </ul>	<p>1840-1996 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ≥ 545 décès pour 40 glissements de terrain (dont 40 % au Québec), soit 1 glissement aux 3,9 ans;</li> <li>• aléas les plus fatals : 24,6 % des décès (4 désastres) dus aux avalanches de roches (≥ 100 000 mètres cubes, m. cu.); 18,2 %, dus aux petits éboulements ou glissements de roches (&lt; 100 000 m. cu.); 18 %, dus au sol argileux le long de la rivière Champlain (Québec, 1 823); 12,7 %, dus aux ruptures d'ouvrages géotechniques; 11,9 %, dus aux coulées/avalanches de débris (≤ 60 000 m. cu.);</li> <li>• 27 % des décès causés par les effets secondaires des glissements de terrain et liés à une rupture d'ouvrages géothermiques;</li> <li>• 20,2 % des décès dus directement ou indirectement à l'activité humaine, comme la déforestation (33 % en incluant la mine de charbon à Turtle Mountain, 1903);</li> <li>• deux pics de glissements de terrain mortels : 387 décès de 1889-1929 (9,7 décès/an) et 98 décès de 1955-1975 (4,9 décès/an);</li> <li>• glissements de terrain = aléas géologiques les plus fatals (3,85 décès/an);</li> <li>• taux de mortalité de 0,013/100 000 habitants en 1994, ce qui est moindre que les taux de causes médicales (p. ex., néoplasme malin, principale cause en 1994 : 188,3; infection au VIH : 5,5) et au taux dû aux avalanches de neige (0,028);</li> <li>• ↓ de la probabilité annuelle de décéder dû à un glissement de terrain au cours de la période étudiée; elle était de <math>1,31 \cdot 10^{-7}</math> en 1994 (en 1995, de <math>6,48 \cdot 10^{-7}</math> en Colombie-Britannique et de <math>1,85 \cdot 10^{-7}</math> au Québec);</li> <li>• probabilité annuelle d'avoir 1 décès dû à un glissement de terrain = <math>7 \cdot 10^{-1}</math>; 10 décès = <math>5 \cdot 10^{-2}</math>; 100 décès = <math>5 \cdot 10^{-3}</math>. Au Canada, aucune expérience &gt; 70 décès.</li> </ul>



## **5 SÉCHERESSES**

### **5.1 GÉNÉRALITÉS**

Une sécheresse est une période prolongée de temps anormalement sec et suffisamment longue pour entraîner une pénurie d'eau caractérisée par une baisse significative et nettement sous la moyenne des précipitations et des écoulements fluviaux ou souterrains (Environnement Canada, 2009).

Comparativement aux autres phénomènes naturels, les sécheresses peuvent s'étendre sur un territoire beaucoup plus vaste et durer beaucoup plus longtemps (Institut de Prévention des sinistres Catastrophiques, 2008).

De plus, chaque sécheresse se distingue par sa durée, son intensité, les conditions antérieures de la région affectée et sa capacité à s'adapter aux pénuries d'eau (Environnement Canada, 2004).

#### **Au Canada**

Les sécheresses se produisent surtout dans les régions des Prairies et dans les vallées de l'intérieur de la Colombie-Britannique (mais à un degré moindre), en raison de la variabilité élevée des précipitations dans le temps et dans l'espace (Environnement Canada, 2004).

Dans l'Est, les sécheresses sont habituellement d'une durée plus courte, touchent de moins grandes étendues et sont de moindres fréquences et intensités (Environnement Canada, 2004).

De 1900 à 2010, 48 sécheresses ont été répertoriées à l'échelle du pays, dont 5 dans la province de Québec (Sécurité publique Canada, 2009). Parmi ces aléas, la sécheresse exceptionnelle de 2001-2002 qui a touché la majeure partie du sud du pays, depuis la Colombie-Britannique jusqu'aux provinces de l'Atlantique, en passant par les Prairies, les Grands Lacs et la région du Saint-Laurent (Environnement Canada, 2004).

Au Canada, les conséquences des sécheresses sont principalement d'ordre économique.

### **5.2 CONSÉQUENCES SANITAIRES**

Seulement deux études à visée étiologique ont été retenues pour étudier le lien entre les sécheresses et les troubles de la santé<sup>15</sup>. Leurs principaux résultats sont résumés au tableau 5. Les points saillants qui en émergent sont énumérés et commentés ci-dessous.

---

<sup>15</sup> Les conséquences sanitaires de la relation entre les sécheresses et les feux de forêt sont documentées dans le rapport de Bustinza et collab. (2010) sur les feux de forêt et la foudre.

### **5.2.1 La sécheresse est un précurseur nécessaire de l'encéphalite St-Louis**

Une étude réalisée aux États-Unis de 1990 à 1998 a rapporté que la prévalence de l'encéphalite St-Louis humaine est toujours significativement précédée d'une période de quatre mois de sécheresse, période suivie de 15 jours de pluie (Shaman et collab., 2004).

D'après les chercheurs de l'étude, ce résultat supporte l'hypothèse selon laquelle la sécheresse printanière facilite l'amplification du virus de l'encéphalite St-Louis dans les populations d'oiseaux et de moustiques.

### **5.2.2 La diminution de pluie est associée à un risque de diarrhée, mais pas la température**

Une méta-analyse réalisée à partir des écrits publiés de 1954 à 2000 sur la diarrhée infantile dans plusieurs pays et touchant divers continents, dont les Amériques, a documenté une augmentation de l'incidence de diarrhée de 4 % (IC<sub>95</sub>% : 1 - 7 %) pour chaque baisse de 10 mm de pluie par mois (Lloyd et collab., 2007). Ce résultat pourrait s'expliquer par la concentration des microorganismes liée à la réduction du flux d'eau pendant les sécheresses d'une part, et par la diminution de l'eau pour l'hygiène de base pendant ces périodes sèches d'autre part (Rose et collab., 2001).

Toutefois, aucune association significative n'a été observée entre l'incidence de diarrhée et la température moyenne ( $\beta = 1,04$ ; IC<sub>95</sub>% : 0,96 - 1,12). Selon les auteurs, diverses raisons pourraient expliquer ce résultat, notamment la faible variation de température dans les régions étudiées (température médiane : 24,5 °C; 25<sup>e</sup>-75<sup>e</sup> percentile : 19,5 - 26 °C).

### **5.2.3 En milieu rural, le risque de maladies gastro-intestinales aiguës (MGIA) lors de faibles précipitations estivales est plus élevé chez les résidents utilisant les puits domestiques comme source principale d'eau**

Comme observé dans une étude réalisée dans plusieurs municipalités rurales du Québec, de 2007 à 2008, les faibles précipitations estivales ne sont pas à sous-estimer chez les résidents utilisant les puits domestiques comme source principale d'eau (Febriani et collab., 2010). Le temps sec quatre semaines après les faibles pluies accroît leur risque de MGIA par un facteur de 3. Il semble que de telles conditions météorologiques puissent amener un abaissement de la nappe phréatique et une contamination des eaux souterraines par les eaux de surface, de même qu'une concentration des eaux usées pouvant contaminer les sources d'eau (Nichols et collab., 2009).

**Tableau 5 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des sécheresses**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Lloyd SJ, Kovats RS, & Armstrong BG (2007) Global diarrhoea morbidity, weather and climate. <i>Climate Research</i> 34: 119-27.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- pluie, température et climat, Afrique, Amériques, Asie du sud-est, Pacifique ouest, Europe méditerranéenne, 1954-2000.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- 36 études publiées de 1954 à 2000 sur les taux endémiques de diarrhées toutes causes chez les enfants de moins de 5 ans vivant dans des régions à revenu faible ou moyen.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique.</li> <li>Sources des données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- Études publiées de 1954 à 2000 (études prospectives, longitudinales, conduites dans populations relativement stables sur une période <math>\geq 12</math> mois, avec des données de surveillance à intervalles <math>\leq 2</math> semaines);</li> <li>- <i>Integrated Database Information System (IDIS)</i>;</li> <li>- <i>World Bank Development Indicators database</i>;</li> <li>- <i>WHO/UNICEF Joint Monitoring Programme (JMP)</i>.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Corrélation négative entre l'incidence de diarrhée (le log) et la pluie moyenne – tendance à la baisse selon l'âge (0-5 mois : -0,51; ...; 4 ans : -0,28); corrélation plus faible et plus variable (selon l'âge) selon la température moyenne. 1954-2000 :</li> <li>Analyse multivariée par régression linéaire (ajustée pour les groupes d'âges) incluant : PIB, température moyenne (T), pluie (en mm), type de milieu de vie : <ul style="list-style-type: none"> <li>- chaque baisse de 10 mm de pluie/mois est associée à une augmentation de l'incidence de diarrhée de 4 % (IC<sub>95</sub> % : 1 - 7 %) – seule la valeur p diffère selon qu'on inclut (p = 0,02) ou qu'on exclut (p = 0,004) les valeurs aberrantes;</li> <li>- relations non significatives entre l'incidence de diarrhées et le PIB (<math>\beta = 1,02</math>; IC<sub>95</sub> % : 1,00 - 1,04), la T (<math>\beta = 1,03</math>; IC<sub>95</sub> % : 0,97 - 1,09); le milieu de vie (p/r au milieu rural, milieu urbain : <math>\beta = 0,73</math>, IC<sub>95</sub> % : 0,42 - 1,29; bidonvilles : <math>\beta = 1,01</math>, IC<sub>95</sub> % : 0,45 - 2,28, bidonville en ville : <math>\beta = 1,63</math>, IC<sub>95</sub> % : 0,38 - 6,93).</li> </ul> </li> <li>Analyse multivariée par régression linéaire ajustée pour les groupes d'âges, le PIB et le milieu de vie, indique les régions arides sont les plus à risque de diarrhée (p/r à régions tempérées : <math>\beta_{\text{régions arides}} = 1,68</math>, IC<sub>95</sub> % : 0,82 - 3,46, p = 0,16; <math>\beta_{\text{régions tropicales}} = 0,93</math>, IC<sub>95</sub> % : 0,48 - 1,81, p = 0,84; <math>\beta_{\text{forêts boréales/neige}} = 0,73</math>, IC<sub>95</sub> % : 0,15 - 3,57, p = 0,69) – relations toutefois non statistiquement significatives. 1985-2000 :</li> <li>Analyse multivariée par régression linéaire (ajustée pour les groupes d'âges) incluant : indicateur de la production économique locale brute (GCP), température, pluie (en mm), accès à l'eau potable et aux installations sanitaires : <ul style="list-style-type: none"> <li>- chaque baisse de la pluie de 10 mm/mois est associée à une augmentation de l'incidence de diarrhée de 3 % (IC<sub>95</sub> % : -3 - 10 %, p = 0,3) en incluant les données aberrantes et de 7 % (IC<sub>95</sub> % : -15 - 2 %, p = 0,13) en les excluant;</li> <li>- relation également non statistiquement significatives avec le GCP (<math>\beta = 0,95</math>, IC<sub>95</sub> % : 0,81 - 1,13), la température (<math>\beta = 1,04</math>, IC<sub>95</sub> % : 0,96 - 1,12), l'accès à l'eau potable (<math>\beta = 0,91</math>, IC<sub>95</sub> % : 0,69 - 1,20) et l'accès aux installations sanitaires (<math>\beta = 1</math>, IC<sub>95</sub> % : 0,77 - 1,30).</li> </ul> </li> <li>Commentaire : Augmentation significative de la diarrhée infantile avec de faibles pluies sur une période d'au moins un an.</li> </ul>

**Tableau 5 Résumé des études portant sur les conséquences sanitaires des sécheresses**

Références	Aléas et populations	Méthodologie	Résultats et commentaires
Shaman J, Day JF & Stieglitz M (2004) The spatial-temporal distribution of drought, wetting, and human cases of St. Louis Encephalitis in South central Florida. <i>American Journal of Tropical Medicine and Hygiene</i> 71(3): 251-261.	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aléas étudiés : <ul style="list-style-type: none"> <li>- sécheresses et pluies, Floride, États-Unis, 1990-1998.</li> </ul> </li> <li>Population étudiée : <ul style="list-style-type: none"> <li>- cas d'encéphalite St. Louis dans 28 comtés du sud centre de la Floride.</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Étude à visée étiologique</li> <li>Sources de données : <ul style="list-style-type: none"> <li>- National Climate Data Center (NCDC);</li> <li>- Solar and Meteorological Surface Observation Network (SAMSON);</li> <li>- Northeast Regional Climate Center (NRCC);</li> <li>- <i>United States Geological Survey</i> (USGS);</li> <li>- Water Management District</li> <li>- Florida Department of Health.</li> </ul> </li> </ul>	<p>1990-1998 :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>71 évènements au cours desquels les comtés ont rapporté au moins 1 cas d'encéphalite St-Louis (nommés évènements ci-après);</li> <li>73 % des évènements sont survenus quatre mois après une sécheresse définie par la profondeur de la nappe phréatique (nommée profondeur ci-après);</li> <li>&lt; -1,35 m (<math>p &lt; 0,0001</math>) et 61 % des évènements, quatre mois après une sécheresse d'une profondeur &lt; -1,4 m (<math>p &lt; 0,0001</math>);</li> <li>39 % des évènements survenus quatre mois après une sécheresse d'une profondeur &lt; -1,4 m, sécheresse suivie de 15 jours de pluie avec une profondeur &gt; -1,2 m (<math>p &lt; 0,02</math>);</li> <li>41 % des évènements survenus quatre mois après une sécheresse d'une profondeur &lt; -1,35 m, sécheresse suivie de 15 jours de pluie avec une profondeur &gt; -1,1 m (<math>p &lt; 0,02</math>);</li> <li>83 % des évènements survenus après une sécheresse d'une profondeur &lt; -1,35 m en mai (<math>p &lt; 0,0005</math>).</li> </ul> <p>Analyse bivariée (régression logistique) :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>De 1990-1998, la prévalence de l'encéphalite St-Louis humaine est toujours significativement précédée d'une période de quatre mois de sécheresse, période suivie de 15 jours de pluie – selon les auteurs, cela soutient l'hypothèse que la sécheresse printanière facilite l'amplification du virus de l'encéphalite St-Louis dans les populations d'oiseaux et d'insectes.</li> </ul>

$\beta$  = coefficient de régression.

IC<sub>95 %</sub> = intervalle de confiance à 95 %.

p = valeur p de signification statistique.

## CONCLUSION

La recension des études portant sur les précipitations non hivernales, les inondations, les glissements de terrain et les sécheresses a été effectuée à l'aide des bases de données MEDLINE et *Web of science*.

Des 1 613 publications repérées, 41 ont été retenues dont 26 sur les précipitations, 10 sur les inondations, 3 sur les glissements de terrain et 2 sur les sécheresses.

La majorité des études retenues sont à visée étiologique et ont utilisé des devis relativement forts sur le plan de l'évaluation de la causalité. Conséquemment, elles nous ont permis de mieux comprendre certains aspects des impacts sanitaires sur le continuum des précipitations. Les études descriptives quant à elles, ont permis d'identifier divers problèmes de santé associés à ces aléas hydrométéorologiques ou géologiques.

Le modèle de Patz et collab. (2000) retenu afin d'illustrer la relation entre les aléas et la santé humaine n'a pas été des plus utiles pour étudier les impacts sanitaires des événements étudiés dans ce rapport, notamment parce que les études retenues ne différenciaient pas les effets directs des effets indirects.

À l'issue de ce recensement de publications, nous suggérons quelques indicateurs aux fins de vigie et de surveillance des impacts sanitaires des précipitations non hivernales, des inondations, des glissements de terrain et des sécheresses (voir tableau ci-dessous). Certains de ces indicateurs concernent les impacts sur la santé humaine. D'autres sont propres aux aléas précités.

Enfin, quelques-uns des indicateurs proposés au tableau 6 n'ont pas été associés directement aux aléas étudiés dans le présent rapport. Nous avons toutefois décidé de les y ajouter vu leur utilité potentielle pour la santé publique. C'est le cas de la langue et de la proportion d'immigrants, deux variables non documentées par Schnitzler et collaborateurs (2007), mais pouvant être associées à la diffusion des messages de sécurité civile. C'est également le cas de l'indice de défavorisation sociale et matérielle, associé à de nombreux problèmes de santé (Institut national de santé de Québec (INSPQ), 2009), et de quelques variables météorologiques (p. ex., la température), variables pouvant confondre les relations étudiées (Bi et collab., 2008).

**Tableau 6 Indicateurs proposés aux fins de veille et de surveillance des conséquences sanitaires des précipitations non hivernales, des inondations, des glissements de terrain et des sécheresses**

<b>Effets sanitaires et indicateurs</b>	<b>Vigie</b>	<b>Surveillance</b>
<b>Effets sanitaires</b>		
• la mortalité et la morbidité	√	√
• toutes causes	√	√
• blessures	√	√
• maladies infectieuses d'origine hydrique (ex. : maladies gastro-intestinales, <i>Campylobacter</i> )		√
• maladies vectorielles (ex. : virus du Nil occidental)		√
• détresse psychologique		√
• intoxications au monoxyde de carbone	√	√
• admissions à l'urgence	√	√
• admissions à l'hôpital	√	√
• transports ambulanciers	√	√
• facteurs temporels (ex. : date d'admission)	√	√
<b>Les aléas</b>		
• type d'aléas	√	√
• facteurs temporels (heure, date, jour de la semaine, moment dans la saison)	√	√
• pluviosité (quantité d'eau tombée dans un lieu donné et à une période déterminée)	√	√
• précipitations totales	√	√
• niveau de l'inondation	√	√
<b>Variables météorologiques</b>		
• température	√	√
• taux d'humidité	√	√
<b>Le milieu de vie</b>		
• densité de la population	√	√
• circonstances et localisation des personnes touchées (ex. : dans un véhicule)		√
• région de résidence	√	√
• source d'eau potable (ex. : eaux souterraines)	√	√
<b>La démographie</b>		
• âge	√	√
• sexe	√	√
<b>Le statut socioculturel et socioéconomique</b>		
• langue parlée et comprise	√	√
• proportions d'immigrants		√
• indice de défavorisation sociale et matérielle	√	√
<b>La morbidité préexistante</b>		
• principaux problèmes de santé chroniques	√	√

## RÉFÉRENCES

- Abe, T., Tokuda, Y., Ohde, S., Ishimatsu, S., Nakamura, T., Birrer, R.B. (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 (2000). Éclosion de gastro-entérite d'origine hydrique associée à un réseau d'aqueduc municipal contaminé, Walkerton (Ontario), mai-juin 2000, *Relevé des maladies transmissibles au Canada*, vol. 26, n° 20, p. 170-173.
- Andreescu, M.P., Frost, D.B. (1998). Weather and traffic accidents in Montreal, Canada, *Climate Research*, vol. 09, 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., Leahy, M., Suggett, J. (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 82<sup>nd</sup> Annual Meeting of the Transportation Research Board, Washington, D.C.
- Ashley, S.T., Ashley, W.S. (2008). Flood fatalities in the United States, *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, vol. 47, p. 805-818.
- Ashley, W.A., Mote, T.L., Dixon, P.G., Trotter, S.L., Powell, E.J., Durkee, J.D.G.A.J. (2003). Distribution of mesoscale convective complex rainfall in the United States, *Mon. Wea. Rev.*, vol. 131, p. 3003-3017.
- 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.
- Atherton, W.G., Harper, W.M., Abrams, K.R. (2005). A year's trauma admissions and the effect of the weather, *Injury*, vol. 36, n° 1, p. 40-46.
- Auld, H., MacIver, D., Klaassen, J. (2004). Heavy rainfall and waterborne disease outbreaks: the Walkerton example, *Journal of Toxicology and Environmental Health*, vol. Part A, 67, n° 20-22, p. 1879-1887.
- Bélangier, D., Gosselin, P., Valois, P., Abdous, B. (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.
- Bhattacharyya, T., Millham, F.H. (2001). Relationship between weather and seasonal factors and trauma admission volume at a Level I trauma center, *Journal of Trauma*, vol. 51, n° 1, p. 118-122.
- Bi, P., Cameron, A.S., Zhang, Y., Parton, K.A. (2008). Weather and notified campylobacter infections in temperate and sub-tropical regions of Australia: an ecological study, *Journal of Infection*, vol. 57, n° 4, p. 317-323.
- Borden, K.A., Cutter, S.L. (2008). Spatial patterns of natural hazards mortality in the United States, *International Journal of Health Geographics*, vol. 7, p. 64.
- Bourque, A., Simonet, G. (2008). Québec. Dans *Vivre avec les changements climatiques au Canada*, 2007 édition, A. Bourque & G. Simonet, eds., Lemmen,DS; Warren,FJ; Lacroix,J; Bush,E, Gouvernement du Canada, Ottawa(Ontario), p. 171-226.
- Brooks, G.R., Evans, S.G., Clague J.J. (2001). Floods. Dans *A Synthesis of Geological Hazards in Canada*, Geological Survey of Canada, Bulletin 548, G. R. Brooks, S. G. Evans, & Clague J.J., eds., p. 101-143.
- 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*. Accessible au : [http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl\\_cesd\\_200812\\_02\\_f\\_31819.html](http://www.oag-bvg.gc.ca/internet/Francais/parl_cesd_200812_02_f_31819.html). Consulté le 13 avril 2010.
- 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.
- Changnon, S.A. (1996). Effects of summer precipitation on urban transportation, *Climatic Change*, vol. 32, p. 481-494.
- Coates, L. (1999). Flood fatalities in Australia, 1788-1996, *Australian Geographer*, vol. 30, n° 3, p. 391-408.
- Curriero, F.C., Patz, J.A., Rose, J.B., Lele, S. (2001). The association between extreme precipitation and waterborne disease outbreaks in the United States, 1948-1994, *American Journal of Public Health*, vol. 91, n° 8, p. 1194-1199.
- Daley, W.R., Shireley, L., Gilmore, R. (2001). A flood-related outbreak of carbon monoxide poisoning--Grand Forks, North Dakota, *J Emerg. Med*, vol. 21, n° 3, p. 249-253.
- Díaz-Quijano, F., Gonzalez-Rangel, A., Gomez-Capacho, A., Espindola-Gomez, R., Martinez-Vega, R., Villar-Centeno, L. (2008). Rainfall and acute febrile syndrome in a dengue-endemic area, *Revista de salud publica*, vol. 10, n° 2, p. 250-259.

- Dixsaut, 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.
- Environnement Canada (2002). *Grêle*. Accessible au : <http://www.mb.ec.gc.ca/air/summersevere/ae00s17.fr.html>. Consulté le 13 avril 2010.
- Environnement Canada (2004). *Menaces pour la disponibilité de l'eau au Canada*, Institut national de recherche scientifique, Burlington, Ontario. Rapport no 3, Série de rapports d'évaluation scientifique de l'INRE et Série de documents d'évaluation de la science de la DGSAC, numéro 1, 148 p.
- Environnement Canada (2008). *Glossaire*. Accessible au : <http://www.ec.gc.ca/default.asp?Lang=Fr&n=7EBE5C5A-1&printversion=true>. Consulté le 11 février 2010.
- Environnement Canada (2009). *Les sécheresses*. Accessible au : <http://www.ec.gc.ca/eau-water/default.asp?lang=Fr&n=E766C33C-1>. Consulté le 29 avril 2010.
- Environnement Canada (2010). *Archives nationales d'information et de données climatologiques. Glossaire*. Accessible au : [http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/prods\\_servs/glossary\\_f.html#p](http://www.climate.weatheroffice.gc.ca/prods_servs/glossary_f.html#p). Consulté le 13 avril 2010.
- Evans, S.G. (1997). Fatal landslides and landslide risk in Canada. Dans *Landslide Risk Assessment*, Cruden et Fell, ed., Balkema, Rotterdam, p. 185-196.
- Evans, S.G. (2001). Landslides. Dans *A Synthesis of Geological Hazards in Canada*, G. R. Brooks, ed., Geological Survey of Canada, Bulletin 548, p. 43-79.
- Evans, S.G., Couture, R., Raymond, E.L. (2002). *Glissements de terrain catastrophiques et processus connexes dans le sud-est de la cordillère : analyse des effets sur les conditions de vie et les localités*. Accessible au : [http://ww3.ps-sp.gc.ca/research/resactivites/natHaz/Evans\\_2001D002\\_FRE\\_FINAL.pdf](http://ww3.ps-sp.gc.ca/research/resactivites/natHaz/Evans_2001D002_FRE_FINAL.pdf). Consulté le 4 septembre 2008.
- Febriani, Y., Levallois, P., Gingras, S., Gosselin, P., Majowicz, S.E., Fleury, M.D. (2010). The association between farming activities, precipitation, and the risk of acute gastrointestinal illness in rural municipalities of Quebec, Canada: a cross-sectional study, *BMC Public Health*, vol. 10, p. 48.
- Fisman, D.N., Lim, S., Wellenius, G.A., Johnson, C., Britz, P., Gaskins, M., Maher, J., Mittleman, M.A., Spain, C.V., Haas, C.N., Newbern, C. (2005). It's not the heat, it's the humidity: wet weather increases legionellosis risk in the greater Philadelphia metropolitan area, *Journal of infectious diseases*, vol. 192, n° 12, p. 2066-2073.
- Greenough, G., McGeehin, M., Bernard, S., Trtanj, J., Riad, J., Engelberg, D. (2001). Potential Impacts of Climate Variability and Change on Health Impacts of Extreme Weather Events in the United States, *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, n° s2, p. 191-198.

- Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (2007). *Les éléments scientifiques - Changements climatiques 2007 - 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 2010.
- Guzzetti, F. (2000). Landslide fatalities and the evaluation of landslide risk in Italy, *Engineering Geology*, n° 58, p. 89-107.
- Guzzetti, F., Stark, C.P., Salvati, P. (2005). Evaluation of flood and landslide risk to the population of Italy, *Environmental Management*, vol. 36, n° 1, p. 15-36.
- Hicks, L.A., Rose, C.E., Jr., Fields, B.S., Drees, M.L., Engel, J.P., Jenkins, P.R., Rouse, B.S., Blythe, D., Khalifah, A.P., Feikin, D.R., Whitney, C.G. (2007). Increased rainfall is associated with increased risk for legionellosis, *Epidemiology and Infection*, vol. 135, n° 5, p. 811-817.
- Institut de Prévention des sinistres Catastrophiques (2008). *Comprendre le phénomène des inondations et des sécheresses*. Accessible au : <http://www.iclr.org/french/hazards/inondations.htm>. Consulté le 20 juin 2008.
- Institut national de santé de Québec (INSPQ) (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](http://www.inspq.qc.ca/santescope/documents/Guide_Metho_Indice_defavo_mars_2009.pdf). Consulté le 31 mai 2010.
- Jonkman, S.N., Kelman, I. (2005). An analysis of the causes and circumstances of flood disaster deaths, *Disasters*, vol. 29, n° 1, p. 75-97.
- Keay, K., Simmonds, I. (2006). Road accidents and rainfall in a large Australian city, *Accident Analysis and Prevention*, vol. 38, n° 3, p. 445-454.
- Kuhn, K., Campbell-Lendrum, D., Haines, A., Cox, J. (2005). *Using climate to predict infectious disease epidemics*. Accessible au : <http://www.who.int/globalchange/publications/infectdiseases/en/index.html>. Consulté le 5 juin 2008.
- L'Encyclopédie canadienne (2010). *Valeurs extrêmes de la pluie*. Accessible au : <http://www.thecanadianencyclopedia.com/index.cfm?PgNm=TCE&Params=f1ARTf0010745>. Consulté le 05 mai 2010.
- Landesman, W.J., Allan, B.F., Langerhans, R.B., Knight, T.M., Chase, J.M. (2007). Inter-annual associations between precipitation and human incidence of West Nile virus in the United States, *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, vol. 7, n° 3, p. 337-343.
- Lloyd, S.J., Kovats, R.S., Armonstrong, B.G. (2007). Global diarrhoea morbidity, weather and climate, *Climate Research*, vol. 34, p. 119-127.
- Malilay, J. (1997). Floods. Dans *The Public Health Consequences of Disasters*, Nodi EK, ed., New York: Oxford University Press, p. 287-301.

- 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](http://www.hydro.mb.ca/francais/your_home/home_comfort/ps_portable_electric_heaters.pdf). Consulté le 23 février 2010.
- McCabe, G.J., Bunnell, J.E. (2004). Precipitation and the occurrence of lyme disease in the northeastern United States, *Vector Borne and Zoonotic Diseases*, vol. 4, n° 2, p. 143-148.
- 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](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 25 mars 2010.
- Naumova, E.N., Christodouleas, J., Hunter, P.R., Syed, Q. (2005). Effect of precipitation on seasonal variability in cryptosporidiosis recorded by the North West England surveillance system in 1990-1999, *Journal of Water and Health*, vol. 3, n° 2, p. 185-196.
- Nichols, G., Lane, C., Asgari, N., Verlander, N.Q., Charlett, A. (2009). Rainfall and outbreaks of drinking water related disease and in England and Wales, *Journal of Water and Health*, vol. 7, n° 1, p. 1-8.
- Ogden, C.L., Gibbs-Scharf, L.I., Kohn, M.A., Malilay, J. (2001). Emergency health surveillance after severe flooding in Louisiana, 1995, *Prehosp. Disaster Med*, vol. 16, n° 3, p. 138-144.
- Ohl, C.A., Tapsell, S. (2000). Flooding and human health, *BMJ*, vol. 321, n° 7270, p. 1167-1168.
- 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 2794*. Accessible au : [http://apps.who.int/gb/ebwha/pdf\\_files/A62/A62\\_11-fr.pdf](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.
- Patz, J.A., McGeehin, M.A., Bernard, S.M., Ebi, K.L., Epstein, P.R., Grambsch, A., Gubler, D.J., Reiter, P., Romieu, I., Rose, J.B., Samet, J.M., Trtanj, J. (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. 108, 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.

Reacher, M., McKenzie, K., Lane, C., Nichols, T., Kedge, I., Iversen, A., Hepple, P., Walter, T., Laxton, C., Simpson, J. (2004). Health impacts of flooding in Lewes: a comparison of reported gastrointestinal and other illness and mental health in flooded and non-flooded households, *Commun. Dis Public Health*, vol. 7, n° 1, p. 39-46.

Ressources naturelles Canada (2007). *L'Atlas du Canada : inondations*. Accessible au : [http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/naturalhazards/floods/1/topic\\_text\\_view](http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/naturalhazards/floods/1/topic_text_view). Consulté le 5 juin 2008.

Ressources naturelles Canada (2009a). *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.

Ressources naturelles Canada (2009b). *Glissements de terrain*. Accessible au : <http://atlas.nrcan.gc.ca/site/francais/maps/environment/naturalhazards/landslides/1>. Consulté le 28 avril 2010.

Rising, W.R., O'Daniel, J.A., Roberts, C.S. (2006). Correlating weather and trauma admissions at a level I trauma center, *Journal of Trauma*, vol. 60, n° 5, p. 1096-1100.

Rose, J.B., Daeschner, S., Easterling, D.R., Curriero, F.C., Lele, S., Patz, J.A. (2000). Climate and waterborne disease outbreaks, *Journal American Water Works Association*, vol. 92, n° 09, p. 77-87.

Rose, J.B., Epstein, P.R., Lipp, E.K., Sherman, B.H., Bernard, S.M., Patz, J.A. (2001). Climate variability and change in the United States: potential impacts on waterborne and foodborne diseases caused by microbiological agents, *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, n° supplement 2, p. 211-220.

Sanchez, C., Young, S., Siren, N., Lee, T., Batts-Osborne, D., Malilay, J. (2003). Mortality during Landslides, Chuuk, Federated States of Micronesia, 2002, *Technical Memorandum of Public Works Research Institute*, vol. 3906, p. 254-260.

Schnitzler, J., Benzler, J., Altmann, D., Mucke, I., Krause, G. (2007). Survey on the population's needs and the public health response during floods in Germany 2002, *Journal Public Health Management Practice*, vol. 13, n° 5, p. 461-464.

Sécurité publique Canada (2007a). *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.

Sécurité publique Canada (2007b). *Grêle*. Accessible au : <http://www.ps-sp.gc.ca/res/em/nh/ha/index-fra.aspx>. Consulté le 13 avril 2010.

- Sécurité publique Canada (2009). *Base de données canadiennes sur les désastres*.  
Accessible au : [http://www.securitepublique.gc.ca/prg/em/cdd/dtIs-fra.aspx?  
disno=+1998.002](http://www.securitepublique.gc.ca/prg/em/cdd/dtIs-fra.aspx?disno=+1998.002). Consulté le 12 février 2010.
- Shaman, J., Day, J.F., Stieglitz, M. (2004). The spatial-temporal distribution of drought, wetting, and human cases of St. Louis encephalitis in southcentral Florida, *Am J Trop. Med Hyg*, vol. 71, n° 3, p. 251-261.
- Thomas, K.M., Charron, D.F., Waltner-Toews, D., Schuster, C., Maarouf, A.R., Holt, J.D. (2006). A role of high impact weather events in waterborne disease outbreaks in Canada, 1975-2001, *International Journal of Environmental Health Research*, vol. 16, n° 3, p. 167-180.
- Thurston-Enriquez, J.A., Gilley, J.E., Eghball, B. (2005). Microbial quality of runoff following land application of cattle manure and swine slurry, *Journal of Water and Health*, vol. 3, n° 2, p. 157-171.
- Wade, T.J., Sandhu, S.K., Levy, D., Lee, S., LeChevallier, M.W., Katz, L., Colford, J.M., Jr. (2004). Did a severe flood in the Midwest cause an increase in the incidence of gastrointestinal symptoms?, *American Journal of Epidemiology*, vol. 159, n° 4, p. 398-405.
- Wilkinson, P., Landon, M., Armstrong, B., Stevenson, S., Pattenden, S., Mckee, M., Fletcher, T. (2001). *Cold comfort: The social and environmental determinants of excess winter deaths in England, 1986-1996.*, The Policy Press, UK, p. 24 pages.



*Institut national  
de santé publique*

Québec

