



# Évaluation du Fichier hebdomadaire des décès pour l'estimation des impacts des vagues de chaleur

RAPPORT

## **AUTEURS**

Germain Lebel, M.A., M. Sc., conseiller scientifique  
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

Ray Bustinza, M. Sc., agent de recherche  
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

Marjolaine Dubé, B. Sc., agente de recherche  
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

## **MISE EN PAGE**

Jacinthe Clusiau, agente administrative  
Direction de la santé environnementale et de la toxicologie

## **REMERCIEMENTS**

Les auteurs souhaitent remercier les membres du Comité de surveillance de la Table nationale de concertation en santé environnementale pour leur soutien et les commentaires sur le document. Nous tenons aussi à remercier M. Steve Toutant, de la Direction de la santé environnementale et de la toxicologie pour la localisation géographique des décès.

*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 2015  
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES NATIONALES DU QUÉBEC  
BIBLIOTHÈQUE ET ARCHIVES CANADA  
ISBN : 978-2-550-72654-8 (PDF)

©Gouvernement du Québec (2015)

## Table des matières

<b>Liste des tableaux et figures</b> .....	<b>II</b>
<b>Liste des sigles et acronymes</b> .....	<b>III</b>
<b>Faits saillants</b> .....	<b>1</b>
<b>Sommaire</b> .....	<b>2</b>
<b>1 Introduction</b> .....	<b>4</b>
<b>2 Objectifs</b> .....	<b>4</b>
<b>3 Méthodologie</b> .....	<b>4</b>
3.1 Sources de données .....	5
3.2 Analyse des impacts sur les décès .....	5
3.3 Analyses statistiques .....	6
<b>4 Résultats</b> .....	<b>8</b>
4.1 Vagues de chaleur .....	8
4.2 Comparaison des impacts des vagues de chaleur sur les décès à partir des deux sources de données .....	9
4.3 Associations avec certains facteurs de risque .....	11
<b>5 Discussion</b> .....	<b>16</b>
<b>6 Conclusion</b> .....	<b>19</b>
<b>Références</b> .....	<b>20</b>
<b>Annexes</b> .....	<b>22</b>

## Liste des tableaux et figures

Tableau 1	Calcul des ratios des rapports de taux selon l'indice de défavorisation matérielle.....	8
Tableau 2	Nombre de décès pendant les vagues de chaleur extrême et les périodes de comparaison, selon la source de données .....	10
Tableau 3	Rapports des taux bruts de décès pendant les vagues de chaleur extrême et les périodes de comparaison, selon la source de données .....	11
Tableau 4	Taux bruts de décès pendant les vagues de chaleur extrême et les périodes de comparaison quinquennales, établis à partir du RED .....	12
Tableau 5	Âge moyen des personnes décédées pendant les vagues de chaleur de 2010 et 2011 et les périodes de comparaison.....	14
Tableau 6	Ratio des rapports des taux bruts de décès pendant les vagues de chaleur extrême dans les AD défavorisées et très défavorisées sur le rapport des taux dans les autres AD.....	15
Tableau 7	Proportion des personnes qui, au moment du décès, résidaient dans un îlot de chaleur urbain pendant les vagues de chaleur et les périodes de comparaison .....	16
Figure 1	Distribution de fréquence des décès du RED, selon le groupe d'âge et la période d'analyse, 2010 .....	13
Figure 2	Distribution de fréquence des décès du RED, selon le groupe d'âge et la période d'analyse, 2011 .....	13

## Liste des sigles et acronymes

AD	Aire de diffusion
CERFO	Centre d'enseignement et de recherche en foresterie
CHSLD	Centre d'hébergement de soins de longue durée
DRSP	Direction régionale de santé publique
IC à 95 %	Intervalles de confiance à 95 %
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
ISQ	Institut de la statistique du Québec
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
RED	Registre des événements démographiques
RSS	Région sociosanitaire
RT	Rapport de taux



## Faits saillants

### Contexte

Depuis la saison estivale 2010, l'Institut national de santé publique du Québec produit annuellement un bilan de surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé de la population, en utilisant le Fichier hebdomadaire des décès de l'Institut de la statistique du Québec. Le but principal de cette étude est de vérifier la validité de cette source de données. L'étude vise également à mesurer l'impact de l'âge, de la défavorisation matérielle, ainsi que de la présence d'îlots de chaleur urbains sur la fréquence des décès pendant les vagues de chaleur extrême.

### Un outil de surveillance utile

- La validité des données du Fichier hebdomadaire des décès a été évaluée en comparant les impacts des vagues de chaleur de 2010 et de 2011, avec ceux obtenus en utilisant le Registre des événements démographiques.
- Les résultats indiquent que le Fichier hebdomadaire sous-estime systématiquement les impacts des vagues de chaleur. Il est suggéré d'appliquer des critères statistiques plus permissifs dans l'interprétation des résultats des bilans annuels afin de remédier à ce problème.
- Le Fichier hebdomadaire des décès constitue un outil utile à la surveillance des impacts des vagues de chaleur sur la santé, à condition d'attendre au moins quatre mois après la fin de la saison de surveillance pour faire l'extraction des données. Sans le respect de ce délai, le Fichier hebdomadaire sous-estime de manière trop importante la fréquence des décès.
- La production des bilans annuels de surveillance des impacts des vagues de chaleur devrait être poursuivie. Cette surveillance permet aux Directions de santé publique d'ajuster les interventions préventives de santé publique.

### Association avec certains facteurs de risque

- L'utilisation des données du Registre des événements démographiques a permis de mesurer les effets de l'âge, de la défavorisation matérielle et des îlots de chaleur urbains sur les impacts des vagues de chaleur.
- Dans la plupart des régions sociosanitaires, l'âge moyen des personnes décédées pendant les vagues de chaleur n'est pas statistiquement différent de celui des personnes décédées pendant les périodes de comparaison.
- Les analyses n'ont pas permis de démontrer d'excès significatif de décès pendant les vagues de chaleur extrême dans les secteurs défavorisés et très défavorisés sur le plan matériel, comparativement aux autres secteurs des régions affectées.
- Les résultats révèlent aussi que pendant les vagues de chaleur, dans quelques régions sociosanitaires, la proportion des personnes qui résidaient dans un îlot de chaleur urbain au moment du décès est plus élevée, par rapport aux périodes de comparaison.
- Même si ces résultats ne sont pas concluants, il est recommandé aux Directions régionales de santé publique de continuer à surveiller les impacts de la chaleur sur la santé en ciblant les personnes âgées, les clientèles défavorisées, ainsi que les secteurs avec une concentration importante d'îlots de chaleur urbains.

## Sommaire

Depuis la saison estivale 2010, l'Institut national de santé publique du Québec produit annuellement un bilan de surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé de la population, en utilisant le Fichier hebdomadaire des décès de l'Institut de la Statistique du Québec. Aucune évaluation formelle du Fichier hebdomadaire des décès n'avait été effectuée jusqu'à maintenant.

Le but de cette étude est de vérifier la validité du Fichier hebdomadaire des décès utilisé pour la réalisation de ces bilans ainsi que d'établir la pertinence de l'utilisation de sources de données alternatives, telles que le Registre des événements démographiques (RED).

La disponibilité d'information supplémentaire dans le RED offre l'occasion unique d'estimer les associations avec certains facteurs de risque, soit l'âge des personnes décédées pendant les vagues de chaleur, l'indice de défavorisation matérielle et le fait de résider dans un îlot de chaleur urbain.

## Méthodologie

Les données utilisées sont les décès survenus pendant les vagues de chaleur extrême, par région sociosanitaire (RSS), pendant les saisons estivales de 2010 et de 2011. Les taux de décès pendant les vagues de chaleur sont comparés aux taux de décès pendant les périodes de comparaison. Les périodes de comparaison sont définies comme les journées équivalentes à celles des vagues de chaleur extrême, pendant les années antérieures (3 ou 5 ans).

L'analyse des associations avec les facteurs de vulnérabilité utilise uniquement les données du RED. Pour l'âge, des comparaisons ont été faites en utilisant les distributions de fréquence et l'âge moyen au décès pendant les vagues de chaleur et pendant les périodes de comparaison. Pour l'indice de défavorisation matérielle, le rapport du taux de décès observé pendant chacune des vagues de chaleur, sur le taux de décès observé pendant la période de comparaison a été calculé pour les aires de diffusion (AD) défavorisées ou très défavorisées. Ce rapport de taux a ensuite été comparé à celui obtenu dans les autres AD afin de mesurer si l'impact de la vague de chaleur est plus

important pour les AD les plus défavorisées comparativement au reste de la région.

Finalement, des comparaisons ont été effectuées entre la proportion des personnes qui, au moment du décès, résidaient dans un îlot de chaleur pendant la vague de chaleur et cette même proportion pendant les périodes de comparaison.

## Résultats

Les résultats révèlent qu'il existe des différences de l'ordre de 5 % du nombre de décès recensés pendant les vagues de chaleur entre le Fichier hebdomadaire des décès et le RED. Le Fichier hebdomadaire sous-estime le nombre de décès dans les années les plus récentes. Ainsi, la sous-estimation est plus importante pendant l'année visée par le bilan annuel de surveillance que pendant les périodes de comparaison. La comparaison des taux bruts de décès entre les vagues de chaleur et les périodes de comparaisons indique que le Fichier hebdomadaire ne permet pas d'identifier tous les impacts significatifs observés avec le RED.

Dans le RED, l'âge au décès et le code postal à six positions du lieu de résidence au moment du décès sont disponibles. Ces données ont permis, pour une première fois, de vérifier les effets de certains facteurs de vulnérabilité au regard des impacts de la chaleur extrême sur la santé.

Les distributions de fréquence des décès par groupe d'âge pendant les vagues de chaleur et les périodes de comparaison sont très similaires. Cependant, dans la RSS de la Mauricie et du Centre-du-Québec, l'âge moyen au décès est plus élevé pendant la vague de chaleur que pendant les périodes de comparaison.

Le deuxième facteur de vulnérabilité considéré est l'indice de défavorisation matérielle. Sur le plan statistique, l'impact d'une vague de chaleur sur le taux de décès comparativement à la période de comparaison, n'est pas significativement plus important en zones défavorisées et très défavorisées sur le plan matériel que dans le reste de la région.

Finalement, les résultats des analyses des proportions de décès dans les îlots de chaleur indiquent que dans quelques RSS (Chaudière-Appalaches en 2010, Estrie



et Lanaudière en juillet 2011) affectées par une vague de chaleur, la proportion des personnes qui, au moment du décès, résidaient dans un îlot de chaleur urbain est plus élevée que dans la période de comparaison. Cependant, dans sept des huit RSS où un impact significatif de la chaleur sur les décès a été documenté (en 2010 ou 2011), cette même proportion n'est pas statistiquement différente, comparativement à la période de comparaison.

Certains des résultats peuvent être expliqués par des artefacts méthodologiques (indice de défavorisation matérielle) ou à l'imprécision de la localisation géographique de la résidence de la personne au moment du décès (basée seulement sur le code postal à six positions, l'adresse civique du patient n'étant pas disponible dans le RED).

En conclusion, le Fichier hebdomadaire des décès de l'Institut de la statistique du Québec, même s'il sous-estime les impacts des vagues de chaleur, constitue une source de données utile à la réalisation du bilan annuel des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé. Des modifications méthodologiques sont cependant à considérer lors de la réalisation des bilans annuels de surveillance.

Compte tenu du contexte des changements climatiques, il est recommandé aux directions régionales de santé publique de continuer à surveiller les impacts de la chaleur sur la santé. Leurs interventions préventives devraient continuer à cibler les groupes d'individus vulnérables aux impacts de la chaleur sur la santé, notamment les personnes âgées, celles défavorisées matériellement ou qui habitent dans des secteurs avec une importante concentration d'îlots de chaleur urbains, même si nos résultats concernant ces aspects ne sont pas concluants.

## 1 Introduction

Les bilans annuels des impacts des épisodes de chaleur extrême sur la santé à l'échelle provinciale utilisent comme source de données le Fichier hebdomadaire des décès de l'Institut de la statistique du Québec (ISQ) (Lebel et Bustinza, 2011; Bustinza et Lebel, 2012; Lebel et Bustinza, 2013; Bustinza *et al.*, 2014).

Si le Fichier hebdomadaire des décès est accessible rapidement, les informations qu'il contient ne sont pas validées et sont très parcellaires (absence de localisation géographique autre que la région sociosanitaire (RSS), absence de diagnostic, identification sommaire du groupe d'âge). Il n'existe cependant pas d'autres sources de données qui permettent de faire une analyse dans un délai assez rapide des impacts des vagues de chaleur sur les décès.

Ce bilan fournit des données utiles aux directions régionales de santé publique (DRSP) pour la planification des interventions de prévention. Les interventions des DRSP ciblent les clientèles les plus vulnérables aux impacts de la chaleur sur la santé, c'est-à-dire les personnes âgées, les personnes atteintes de troubles mentaux, les personnes défavorisées et les populations qui résident dans un îlot de chaleur urbain. La validation du Fichier hebdomadaire des décès utilisé pour le bilan annuel des impacts de la chaleur extrême sur la santé de la population constitue donc un incontournable.

Le Registre des événements démographiques (RED) pourrait constituer une source de données alternatives. Il s'agit de la source de données officielle du Ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS). Les données du RED (aussi appelé Fichier des décès) sont complètes et validées. Cependant, en raison du temps requis pour effectuer le processus de validation des données, il existe un délai d'environ trois ans avant que le fichier ne soit diffusé. Ainsi, le RED de l'année 2010 a été diffusé en décembre 2013, et celui de 2011 a été rendu disponible en juillet 2014.

Dans le contexte des changements climatiques, il est probable que la fréquence et l'intensité des vagues de chaleur augmentent (Wu *et al.*, 2014). Ces augmentations de la température pourraient accentuer

les impacts des vagues de chaleur sur les décès. On peut émettre l'hypothèse que les impacts pourraient être plus importants à l'intérieur des îlots de chaleur urbains (Johnson et Wilson, 2009). En effet, les îlots de chaleur urbains présentent des températures plus élevées que dans les zones rurales environnantes pouvant entraîner des problèmes de santé importants chez certains groupes de population (Camilloni et Barros, 1997; Besancenot, 2002). Les populations les plus vulnérables aux impacts des vagues de chaleur sont principalement les groupes d'individus plus fragiles (personnes âgées, isolées, souffrant de maladies chroniques), les personnes défavorisées, les individus souffrant de troubles mentaux ou de troubles cognitifs (Vida, 2011; Tairou *et al.*, 2010; Lowe *et al.*, 2011).

Le but de cette étude est de vérifier la validité du Fichier hebdomadaire des décès de l'ISQ utilisé pour la réalisation des bilans annuels de surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême. De plus, puisque le code postal à six positions est disponible dans le RED, il sera possible, de manière exploratoire, de vérifier si les impacts de la chaleur sur la santé de la population sont plus importants dans les secteurs les plus défavorisés et dans les îlots de chaleur urbains.

## 2 Objectifs

Les objectifs de l'étude sont :

- Comparer l'impact des vagues de chaleur extrême sur les décès en utilisant les données du Fichier hebdomadaire des décès de l'ISQ et le RED;
- Analyser l'effet de l'âge sur les décès pendant les vagues de chaleur extrême;
- Mesurer l'impact de la défavorisation matérielle sur les décès pendant les vagues de chaleur extrême;
- Mesurer l'impact des îlots de chaleur urbains sur les décès pendant les vagues de chaleur extrême.

## 3 Méthodologie

Le territoire à l'étude est défini comme les RSS dans lesquelles une vague de chaleur extrême a été observée pendant les saisons estivales (1<sup>er</sup> mai au 30 septembre) 2010 et 2011.

## 3.1 Sources de données

### 3.1.1 LE FICHIER HEBDOMADAIRE DES DÉCÈS

Le Fichier hebdomadaire des décès de l'ISQ a été constitué en 2008 afin de suivre la mortalité reliée au smog. Ce mandat a été confié à l'INSPQ qui obtient une mise à jour des décès pour les trois dernières années sur une base hebdomadaire. L'INSPQ utilise également cette base de données pour effectuer la surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur les décès. Il n'y a pas de diagnostic dans le Fichier hebdomadaire des décès. Les fichiers sont diffusés sur une base hebdomadaire et les modifications peuvent affecter la fréquence des décès des trois dernières années. Afin de simuler l'utilisation du fichier hebdomadaire, dans des conditions le plus près possible de la réalisation du bilan annuel de surveillance, nous avons utilisé les fichiers hebdomadaires disponibles au mois de février de l'année suivante. Ainsi, pour le bilan de l'année 2010, les décès sont extraits du fichier du 21 février 2011. Pour le bilan de 2011, les décès sont extraits du Fichier hebdomadaire daté du 10 février 2012.

### 3.1.2 LE REGISTRE DES ÉVÉNEMENTS DÉMOGRAPHIQUES

Le RED est une banque de données officielle du MSSS. Il contient des renseignements personnels sur les décès de la population du Québec. La collecte de données se fait principalement par le bulletin de décès (formulaire SP-3). La banque de données sert notamment à des fins de surveillance continue de l'état de santé de la population. Les données ont été extraites à partir de l'entrepôt de données de l'Infocentre de santé publique du Québec à l'INSPQ. Aucun critère de sélection n'a été appliqué et les décès, toutes causes confondues, sont utilisés.

### 3.1.3 LES DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES

Les données météorologiques proviennent d'Environnement Canada et elles ont été extraites de la base de données du système SUPREME (Système de surveillance et de prévention des impacts sanitaires des événements météorologiques extrêmes).

### 3.1.4 LES EFFECTIFS DE POPULATION

Les données démographiques par RSS proviennent du MSSS (Pelletier et Kammoun, 2010).

## 3.2 Analyse des impacts sur les décès

### 3.2.1 IMPACTS DES VAGUES DE CHALEUR EXTRÊME SUR LES DÉCÈS

Une vague de chaleur extrême est définie comme une période où, les moyennes mobiles sur trois jours des températures minimale et maximale, atteignent les seuils de chaleur extrême (Annexe 1). Pour estimer les impacts sanitaires, la période qui correspond à la durée de la vague de chaleur extrême, à laquelle on ajoute les trois jours consécutifs est utilisée. Notons que si plusieurs périodes de vague de chaleur (pendant des jours consécutifs) se chevauchent, les vagues de chaleur doivent être combinées en une seule période. Les stations météorologiques de référence par RSS sont celles utilisées en 2014 (Annexe 1).

Les taux de décès, toutes causes confondues, pendant les vagues de chaleur de 2010 et 2011 sont comparés, par RSS, aux taux de décès pendant la période de comparaison. Une période de comparaison est définie comme les mêmes jours de la semaine que ceux de la vague de chaleur, pendant les cinq années précédentes. Les jours de comparaison doivent correspondre aux dates les plus rapprochées de celles des vagues de chaleur. La période de comparaison ne doit pas comporter une vague de chaleur. Dans une telle éventualité, l'année est supprimée de la période de comparaison.

### 3.2.2 LA COMPARAISON ENTRE LE FICHIER HEBDOMADAIRE DES DÉCÈS ET LE RED

L'hypothèse à vérifier est que l'impact des vagues de chaleur extrême sur les taux de décès, documenté à l'aide du Fichier hebdomadaire des décès, est comparable à celui documenté avec le RED. Le Fichier hebdomadaire des décès de l'ISQ n'est disponible que depuis 2008. Pour cette raison, la comparaison entre le RED et le Fichier hebdomadaire des décès est effectuée en utilisant les années 2008 et 2009 en ce qui concerne la canicule de 2010, et de 2008 à 2010 pour la canicule de l'année 2011. À titre exploratoire, l'impact des vagues de chaleur à partir du RED sera aussi estimé en utilisant des périodes de comparaison quinquennales.

Le Fichier hebdomadaire des décès de l'ISQ est préliminaire et ne contient qu'une identification très grossière de l'âge de la personne décédée (0-64 ans, 65-74 ans et 75 ans et plus). Pour cette raison, les taux bruts seront utilisés pour comparer l'impact sur les décès en utilisant soit le RED ou le Fichier hebdomadaire des décès.

### 3.2.3 ASSOCIATIONS AVEC CERTAINS FACTEURS DE RISQUE

La présence du code postal à six positions et de l'âge au décès dans le RED permet d'effectuer des analyses complémentaires avec certains facteurs de risque. Ainsi, il est possible d'étudier l'effet de l'âge, ainsi que les associations avec deux facteurs de risque, soit : l'indice de défavorisation matérielle et le fait de résider dans un îlot de chaleur urbain au moment du décès.

L'indice de défavorisation défini à l'échelle du Québec a été adapté pour permettre son utilisation dans l'évaluation de l'effet des inégalités sociales sur l'utilisation des services de première ligne à l'échelle locale. Cette version régionale de l'indice national comprend les deux mêmes dimensions, l'une matérielle et l'autre sociale, mais exprime les écarts observés à l'échelle des aires de diffusion. Nous n'avons retenu que l'indice de défavorisation matérielle. Ainsi, les secteurs défavorisés correspondent aux AD « défavorisés » et « très défavorisés » (quintiles 4 et 5) de la version régionale de l'indice de défavorisation matérielle.

L'expression « îlot de chaleur urbain » signifie la différence de température observée entre les milieux urbains et les zones rurales environnantes. Les observations ont démontré que les températures des centres urbains peuvent atteindre jusqu'à 12 °C de plus que les régions limitrophes. De façon plus générale, l'intensité des îlots de chaleur change sur une base quotidienne et saisonnière en fonction des conditions météorologiques (p. ex. : température, vent) et des activités humaines (p. ex. : chaleur émise par les industries, les véhicules moteurs) (<http://www.monclimatmasante.qc.ca/vagues-de-chaleur.aspx>). Au Québec, les îlots de chaleur urbains sont établis à l'aide d'images satellitaires, à l'intérieur des AD qui présentent une densité de population  $\geq 400$  habitants/km<sup>2</sup>. Une zone tampon de deux kilomètres de large a été ajoutée autour de ces secteurs, afin d'éviter d'exclure certains secteurs situés

en milieu urbain qui n'auraient pas la densité de population requise (p. ex. : certains quartiers industriels). La cartographie a été effectuée par l'INSPQ et le Centre d'enseignement et de recherche en foresterie (CERFO) en 2012. Pour plus d'information sur la méthodologie, le lecteur peut consulter ce site Internet : <http://www.cerfo.qc.ca/index.php?id=159>.

Le RED comporte le code postal (à six positions) de l'adresse de la personne au moment du décès, ainsi que l'identification de l'AD de 2006. Il n'est malheureusement pas possible de connaître le lieu du décès, ni l'adresse précise du domicile. Ainsi, dans le RED, l'indice de défavorisation matérielle est déterminé par celui de l'AD dans laquelle se situe le code postal de la résidence de la personne au moment du décès. De même, à partir du code postal, il a été établi si l'individu résidait à l'intérieur d'un îlot de chaleur urbain qualifié de « chaud » ou « très chaud » au moment du décès.

À partir de ces données, les hypothèses à vérifier sont les suivantes :

- L'impact d'une vague de chaleur sur le taux de décès, comparativement à la période de comparaison, est plus important dans les zones défavorisées et très défavorisées sur le plan matériel, que dans le reste de la région;
- En période de vague de chaleur, la proportion des personnes qui, au moment du décès, résidaient dans les îlots de chaleur urbains est plus importante que celle obtenue dans la période de comparaison.

## 3.3 Analyses statistiques

### 3.3.1 TAUX BRUTS

Les taux bruts de mortalité sont calculés par RSS et par vague de chaleur. La formule du taux brut est :

#### Équation 1 : Calcul d'un taux brut

$$\text{Taux brut} = \frac{\text{Nombre total de décès}}{\text{Population} \times \text{Nombre de jours}} \times 100\,000$$

La variance du taux brut ( $\text{Var}(T_B)$ ) (Équation 2) est calculée selon la méthode utilisée à l'Infocentre de santé publique (Institut national de santé publique du Québec en collaboration avec le Groupe de travail des

indicateurs du Plan commun de surveillance à l'Infocentre de santé publique, 2013) :

### Équation 2 : Variance d'un taux brut

$$Var(T_B) = \frac{m}{(PJ)^2}$$

où :  $m$  est le nombre de décès survenus au cours de la période;

$PJ$  est le nombre de personnes-jours à risque au cours de la période.

### 3.3.2 TAUX AJUSTÉS

Pour l'analyse des données du RED, la méthode de standardisation directe permet d'obtenir un taux de mortalité ajusté pour l'âge ( $T_A$ ). Le taux ajusté s'obtient avec l'équation suivante :

### Équation 3 : Calcul d'un taux ajusté

$$T_A = \sum_{i=1}^k w_i T_i$$

où :  $w_i$  est le poids de la strate d'âge  $i$ , sexes réunis, de la population de référence (Québec 2011);

$T_i$  est le taux spécifique de la strate d'âge  $i$ , des groupes d'âge de 10 ans sont utilisés (0-9, 10-19, ..., 80 et +);

$k$  est le nombre de strates d'âge du système de poids.

La variance du taux ajusté pour l'âge ( $Var(T_A)$ ), qui mesure la précision du taux ajusté pour l'âge, se calcule avec la formule suivante :

### Équation 4 : Variance d'un taux ajusté

$$Var(T_A) = \sum_{i=1}^k w_i^2 \frac{m_i}{(PJ_i)^2}$$

où :  $w_i$  est le poids de la strate d'âge  $i$ , sexes réunis, de la population de référence (Québec 2011);

$m_i$  est le nombre de décès survenus au cours de la période, dans la strate d'âge  $i$ ;

$PJ_i$  est le nombre de personnes-jours à risque au cours de la période, dans la strate d'âge  $i$ .

$k$  est le nombre de strates d'âge du système de poids.

### 3.3.3 COMPARAISON DE DEUX TAUX À L'AIDE DES INTERVALLES DE CONFIANCE

Les deux méthodes suivantes sont utilisées afin de déterminer si les taux bruts ou ajustés sont différents. La première méthode utilisée est la plus conservatrice et utilise les intervalles de confiance. Les intervalles de confiance à 95 % (IC à 95 %) sont établis en utilisant les équations respectives de la variance présentées précédemment (Équation 2 et Équation 4).

### Équation 5 : Intervalles de confiance d'un taux

$$\text{Intervalles de confiance} = e^{\ln(T) \pm z_{\alpha/2} ET(\ln(T))}$$

où :  $ET(\ln(T))$  est l'erreur-type du taux, estimé par :

$$ET(\ln(T)) = \frac{\sqrt{Var(T)}}{T}$$

L'équation 2 ou l'équation 4 est utilisée pour calculer la variance du taux brut ou du taux ajusté ( $Var(T)$ ).

Lorsque les intervalles de confiance ne se recoupent pas, on peut conclure qu'il y a une différence statistiquement significative des deux taux au seuil de 5 %. Les IC à 95 % sont présentés dans les tableaux à titre indicatif seulement. La comparaison à l'aide des rapports de taux (section suivante) a été privilégiée pour savoir si les deux taux étaient différents ou non sur le plan statistique.

### 3.3.4 COMPARAISON DE DEUX TAUX À L'AIDE DES RAPPORTS DE TAUX

La deuxième méthode pour vérifier s'il existe une différence significative sur le plan statistique entre deux taux consiste à calculer le rapport de taux ( $RT = T_1 / T_2$ ). Le test  $Z$  de la différence du logarithme népérien (ou logarithme naturel) de deux taux est utilisé pour savoir si la différence est significative sur le plan statistique (Équation 6).

### Équation 6 : Comparaison de deux taux

$$Z = \frac{\ln(T_1) - \ln(T_2)}{\sqrt{\left( \frac{Var(T_1)}{T_1^2} + \frac{Var(T_2)}{T_2^2} \right)}}$$

où :  $\ln(T)$  désigne le logarithme népérien du taux;

$Var(T)$  est la variance du taux brut ou ajusté selon la comparaison effectuée.

Sous l'hypothèse que les deux taux sont égaux ( $T_1 = T_2$  ou le Rapport des taux = 1), la statistique  $Z$  suit une distribution normale centrée réduite. Lorsque les valeurs échantillonnelles sont insérées dans la formule précédente, le résultat est noté  $Z_{observée}$  au lieu de  $Z$ . À la valeur  $Z_{observée}$  est associée une valeur  $\alpha_{observée}$  qui est appelée « valeur- $p$  ». Le seuil de signification statistique retenu est de 5 %. Le même test est utilisé pour les taux bruts et les taux ajustés, ainsi que pour comparer deux rapports de taux.

### 3.3.5 ANALYSE DE L'ÂGE AU DÉCÈS

L'âge moyen au décès est calculé par RSS pendant la vague de chaleur extrême et pendant la période de comparaison de 2005 à 2009. L'IC à 95 % est établi de manière conventionnelle par la formule suivante :

#### Équation 7 : Intervalles de confiance à 95 % de l'âge moyen au décès

$$IC\ 95\ \% = \text{âge moyen} \mp 1,96 * \sqrt{\text{variance de l'âge moyen}}$$

### 3.3.6 ANALYSE DE L'IMPACT DE LA DÉFAVORISATION MATÉRIELLE

L'indice de défavorisation matérielle (section 3.2.3) est utilisé afin d'estimer l'effet des facteurs socio-économiques pendant les vagues de chaleur sur les décès. L'impact de la vague de chaleur est d'abord calculé, soit les rapports des taux bruts suivants : (2010 / 2005-2009) et (2011 / 2006-2010), dans les AD défavorisées et très défavorisées ( $RT_1$  Tableau 1). La même chose a été calculée pour les autres AD ( $RT_2$  Tableau 1). L'impact de la défavorisation matérielle est par la suite calculé comme le ratio de ces deux rapports de taux, soit :  $RT_1 / RT_2$ . Le test  $Z$  permet de vérifier si ce ratio est significatif sur le plan statistique.

**Tableau 1 Calcul des ratios des rapports de taux selon l'indice de défavorisation matérielle**

Décès localisé dans une AD avec un indice de défavorisation matérielle	2010	2005-2009	Ratios de $RT_{2010} / RT_{2005-2009}$
Défavorisée ou très défavorisée	$T_1$	$T_2$	$RT_1 = T_1 / T_2$
Autre indice de défavorisation	$T_3$	$T_4$	$RT_2 = T_3 / T_4$

### 3.3.7 ANALYSE DE L'IMPACT DES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

Comme précisée à la section 3.2.3, la délimitation des îlots de chaleur urbains est déterminée par l'analyse d'images satellitaires dans les secteurs d'une densité de plus de 400 habitants/km<sup>2</sup>. Ainsi, les limites des îlots de chaleur ne correspondent pas aux limites géostatistiques et administratives. Pour cette raison, il n'est pas possible, à l'aide des données du recensement, d'estimer la population qui réside à l'intérieur des îlots de chaleur urbains. La comparaison des taux bruts ou des taux ajustés ne peut donc pas être utilisée. Afin de mesurer l'impact des vagues de chaleur sur les décès dans les îlots de chaleur urbains, la proportion des personnes qui, au moment du décès, résidaient dans un îlot de chaleur urbain pendant les vagues de chaleur et pendant les périodes de comparaison ont été établies par RSS et par vague de chaleur. La comparaison des proportions de décès a été effectuée avec la procédure GENMOD du logiciel SAS en utilisant la loi binomiale et la fonction de lien logit.

## 4 Résultats

### 4.1 Vagues de chaleur

La saison estivale 2010 est caractérisée par trois vagues de chaleur extrême survenues respectivement en mai, en juillet et en août. La première vague de chaleur a été enregistrée du 24 au 26 mai dans les RSS du Nord-du-Québec et de l'Abitibi-Témiscamingue. La vague de chaleur du mois de juillet a touché neuf RSS entre le 4 et le 9 juillet (Tableau 2). Finalement, une autre vague de chaleur tardive a été observée dans cinq RSS entre le 29 août et le 2 septembre. En somme, douze RSS ont été affectées par une vague de chaleur extrême à l'été 2010. Quatre RSS ont été touchées par deux vagues de chaleur extrême (Abitibi-Témiscamingue [mai et août], Outaouais [juillet et août], Nord-du-Québec [mai et août] et Mauricie et Centre-du-Québec [juillet et août]).

Notons que pendant les vagues de chaleur de 2010, pour la RSS du Nord-du-Québec, moins de cinq décès ont été enregistrés (Tableau 2). Pour cette raison, les taux sont instables et il est impossible de comparer les taux dans les périodes de comparaison. Les deux

vagues de chaleur de la RSS du Nord-du-Québec ont été retirées des analyses subséquentes.

Pendant l'été 2011, il n'y a eu qu'une seule vague de chaleur qui a affecté quatre RSS, soit respectivement du 19 au 26 juillet en Outaouais et du 20 au 26 juillet en Estrie, Lanaudière et Montérégie (Tableau 2).

## **4.2 Comparaison des impacts des vagues de chaleur sur les décès à partir des deux sources de données**

---

Le Fichier hebdomadaire des décès comptabilise moins de décès que le fichier du RED (Tableau 2). Le nombre de décès pendant les vagues de chaleur est sous-estimé de 4,6 % en 2010 et de 6,1 % en 2011. Pour les vagues de chaleur de 2010, le Fichier hebdomadaire

comprenait 63 décès de moins que le RED. Une bonne partie des différences (27/63) sont localisées à Montréal. Les proportions de décès varient de 0 % (Abitibi-Témiscamingue) à 10,9 % (2<sup>e</sup> vague en Outaouais). Pour les vagues de chaleur de 2011, 21 décès (6,1 %) de moins étaient enregistrés dans le Fichier hebdomadaire comparativement au RED. Les proportions varient de 4,6 % à 10,2 %.

Pour les périodes de comparaison, les différences entre le RED et le Fichier hebdomadaire sont de l'ordre de 1 % en 2008-2009 et 2 % de 2008-2010. Étant donné que le délai est plus important pour la période de comparaison, le nombre de décès du Fichier hebdomadaire est beaucoup plus similaire à celui du RED.

**Tableau 2** Nombre de décès pendant les vagues de chaleur extrême et les périodes de comparaison, selon la source de données

Région sociosanitaire	Date du début de la vague	Durée (jours)	Nombre de décès			
			Vagues de chaleur de 2010		Période de comparaison 2008-2009	
			Fichier hebdomadaire	RED	Fichier hebdomadaire	RED
02 Saguenay–Lac-Saint-Jean	29-août	4	51	53	74	72
03 Capitale-Nationale	05-juillet	5	112	115	201	202
04 Mauricie et Centre-du-Québec (1 <sup>re</sup> vague)	05-juillet	5	120	125	190	193
04 Mauricie et Centre-du-Québec (2 <sup>e</sup> vague)	30-août	3	64	66	177	177
05 Estrie	05-juillet	5	52	54	86	83
06 Montréal	05-juillet	4	356	383	494	507
07 Outaouais (1 <sup>re</sup> vague)	04-juillet	6	73	81	110	112
07 Outaouais (2 <sup>e</sup> vague)	30-août	4	41	46	74	80
08 Abitibi-Témiscamingue (1 <sup>re</sup> vague)	24-mai	3	16	16	31	30
08 Abitibi-Témiscamingue (2 <sup>e</sup> vague)	30-août	3	20	21	43	42
10 Nord-du-Québec (1 <sup>re</sup> vague)	24-mai	3	< 5	< 5	-*	< 5
10 Nord-du-Québec (2 <sup>e</sup> vague)	29-août	3	< 5	< 5	< 5	< 5
12 Chaudière-Appalaches	05-juillet	5	52	52	131	135
13 Laval	05-juillet	4	59	62	78	81
14 Lanaudière	05-juillet	5	76	77	112	114
16 Montérégie	06-juillet	3	198	204	245	246
<b>Total</b>			<b>1 294</b>	<b>1 357</b>	<b>2 059</b>	<b>2 080</b>
			Vagues de chaleur de 2011		Période de comparaison 2008-2010	
05 Estrie	20-juillet	4	51	55	123	124
07 Outaouais	19-juillet	5	53	59	145	148
14 Lanaudière	20-juillet	4	62	65	138	144
16 Montérégie	20-juillet	4	156	164	497	508
<b>Total</b>			<b>322</b>	<b>343</b>	<b>903</b>	<b>924</b>

\* Données masquées afin d'assurer la confidentialité.

Les taux bruts de décès, selon les sources de données pendant les vagues de chaleur sont présentés en annexe pour des fins de comparaison (Annexe 2, Annexe 3). Le Tableau 3 présente les rapports des taux bruts des vagues de chaleur sur les périodes de comparaison. On constate que, pour l'année 2010, trois des vagues de chaleur identifiées comme ayant un impact significatif à partir de données du RED ne seraient pas détectées en utilisant les données du Fichier hebdomadaire des décès. Ainsi, les vagues de chaleur des RSS de la Mauricie et du Centre-du-Québec et de l'Outaouais en juillet 2010, de même que

la vague de chaleur du mois d'août 2010 de la RSS du Saguenay–Lac-Saint-Jean n'auraient pas eu d'impact significatif sur les décès si, seul le Fichier hebdomadaire (Tableau 3) avait été utilisé. Par contre, toujours pour le mois de juillet 2010, des excès significatifs de décès sont identifiés par les deux sources de données dans les RSS de Montréal, de la Montérégie, et de Laval (Tableau 3). Enfin, pendant la vague de chaleur de la fin août 2010, un déficit de décès dans la région de la Mauricie et du Centre-du-Québec est significatif en utilisant l'une ou l'autre des sources de données.



Enfin, en 2011 aucun impact significatif des vagues de chaleur extrême sur les décès, n'a été identifié par les

deux sources de données (Tableau 3).

**Tableau 3 Rapports des taux bruts de décès pendant les vagues de chaleur extrême et les périodes de comparaison, selon la source de données**

Région sociosanitaire	Fichier hebdomadaire		RED	
	RT 2010 / 2008-2009	Valeur-p du test Z	RT 2010 / 2008-2009	Valeur-p du test Z
<b>02 Saguenay–Lac-Saint-Jean</b>	1,38	0,075	<b>1,48</b>	<b>0,031*</b>
03 Capitale-Nationale	1,10	0,408	1,13	0,308
<b>04 Mauricie et Centre-du-Québec (1<sup>re</sup> vague)</b>	1,25	0,052	<b>1,29</b>	<b>0,028*</b>
<b>04 Mauricie et Centre-du-Québec (2<sup>e</sup> vague)</b>	<b>0,72</b>	<b>0,023*</b>	<b>0,74</b>	<b>0,037*</b>
05 Estrie	1,20	0,304	1,29	0,146
<b>06 Montréal</b>	<b>1,43</b>	<b>&lt; 0,0001*</b>	<b>1,50</b>	<b>&lt; 0,0001*</b>
<b>07 Outaouais (1<sup>re</sup> vague)</b>	1,30	0,081	<b>1,42</b>	<b>0,017*</b>
07 Outaouais (2 <sup>e</sup> vague)	1,09	0,671	1,13	0,518
08 Abitibi-Témiscamingue (1 <sup>re</sup> vague)	1,03	0,919	1,07	0,836
08 Abitibi-Témiscamingue (2 <sup>e</sup> vague)	0,93	0,788	1,00	0,998
12 Chaudière-Appalaches	0,79	0,144	0,76	0,099
<b>13 Laval</b>	<b>1,48</b>	<b>0,023*</b>	<b>1,50</b>	<b>0,017*</b>
14 Lanaudière	1,32	0,062	1,31	0,064
<b>16 Montérégie</b>	<b>1,59</b>	<b>&lt; 0,0001*</b>	<b>1,63</b>	<b>&lt; 0,0001*</b>
	RT 2011 / 2008-2010	Valeur-p du test Z	RT 2011 / 2008-2010	Valeur-p du test Z
05 Estrie	1,23	0,217	1,31	0,092
07 Outaouais	1,07	0,680	1,17	0,320
14 Lanaudière	1,30	0,086	1,31	0,074
16 Montérégie	0,92	0,373	0,95	0,551

\* Différence significative sur le plan statistique (valeur-p < 0,05).

### 4.3 Associations avec certains facteurs de risque

Les associations avec l'âge au décès, l'indice de défavorisation matérielle et le fait de résider dans un îlot de chaleur urbain sont analysées en utilisant le RED, les périodes de comparaison quinquennales et les rapports de taux bruts. Ces analyses portent sur les périodes quinquennales de comparaison.

Le Tableau 4 présente l'impact des vagues de chaleur extrêmes établi en utilisant les données du RED (taux bruts) pour des périodes de comparaison quinquennales.

Pour les vagues de chaleur de 2010, on observe deux différences par rapport aux comparaisons avec les années 2008 et 2009 (Tableau 3). Les taux de la deuxième vague de chaleur dans la région de la Mauricie et du Centre-du-Québec ne sont pas statistiquement différents entre la vague de chaleur et la période de comparaison. Par ailleurs, les taux de décès pendant la vague de chaleur dans la région de Lanaudière sont plus élevés que pendant la période de comparaison.

Pour la saison estivale de 2011, les taux de décès pendant la vague de chaleur dans la région de l'Estrie sont significativement supérieurs aux taux de décès pendant la période de comparaison.

**Tableau 4 Taux bruts de décès pendant les vagues de chaleur extrême et les périodes de comparaison quinquennales, établis à partir du RED**

Région sociosanitaire	Vagues de chaleur de 2010			Période de comparaison 2005-2009			Valeur- <i>p</i> du test Z
	Nombre de décès	Taux bruts*	IC à 95 %	Nombre moyen de décès par vague	Taux bruts*	IC à 95 %	
<b>02 Saguenay-Lac-Saint-Jean</b>	<b>53</b>	<b>2,79</b>	<b>2,13-3,65</b>	<b>35,2</b>	<b>1,84</b>	<b>1,59-2,13</b>	<b>0,008<sup>†</sup></b>
03 Capitale-Nationale	115	2,09	1,74-2,51	107,4	1,99	1,83-2,17	0,646
<b>04 Mauricie et Centre-du-Québec (1<sup>re</sup> vague)</b>	<b>125</b>	<b>3,16</b>	<b>2,65-3,76</b>	<b>90,4</b>	<b>2,31</b>	<b>2,11-2,54</b>	<b>0,002<sup>†</sup></b>
04 Mauricie et Centre-du-Québec (2 <sup>e</sup> vague)	66	2,22	1,75-2,83	70,8	2,42	2,18-2,68	0,534
05 Estrie	54	2,19	1,68-2,86	47,0	1,94	1,71-2,20	0,423
<b>06 Montréal</b>	<b>383</b>	<b>2,86</b>	<b>2,59-3,16</b>	<b>243,0</b>	<b>1,84</b>	<b>1,74-1,95</b>	<b>&lt; 0,0001<sup>†</sup></b>
<b>07 Outaouais (1<sup>re</sup> vague)**</b>	<b>81</b>	<b>2,49</b>	<b>2,00-3,09</b>	<b>55,5</b>	<b>1,76</b>	<b>1,54-2,00</b>	<b>0,008<sup>†</sup></b>
07 Outaouais (2 <sup>e</sup> vague)	46	1,81	1,36-2,42	36,2	1,48	1,28-1,71	0,220
08 Abitibi-Témiscamingue (1 <sup>re</sup> vague)	16	1,84	1,13-3,00	16,8	1,93	1,56-2,39	0,855
08 Abitibi-Témiscamingue (2 <sup>e</sup> vague)	21	2,41	1,57-3,70	15,4	1,77	1,42-2,21	0,209
12 Chaudière-Appalaches	52	1,60	1,22-2,10	59,0	1,85	1,65-2,07	0,343
<b>13 Laval</b>	<b>62</b>	<b>2,24</b>	<b>1,74-2,87</b>	<b>42,6</b>	<b>1,61</b>	<b>1,41-1,84</b>	<b>0,022<sup>†</sup></b>
<b>14 Lanaudière</b>	<b>77</b>	<b>2,05</b>	<b>1,64-2,57</b>	<b>55,8</b>	<b>1,58</b>	<b>1,40-1,77</b>	<b>0,040<sup>†</sup></b>
<b>16 Montérégie</b>	<b>204</b>	<b>2,35</b>	<b>2,05-2,70</b>	<b>141,4</b>	<b>1,69</b>	<b>1,57-1,82</b>	<b>&lt; 0,0001<sup>†</sup></b>
	Vagues de chaleur de 2011			Période de comparaison 2006-2010			Valeur- <i>p</i> du test Z
<b>05 Estrie</b>	<b>55</b>	<b>2,53</b>	<b>1,94-3,30</b>	<b>39,8</b>	<b>1,87</b>	<b>1,62-2,15</b>	<b>0,045<sup>†</sup></b>
07 Outaouais***	59	2,01	1,56-2,60	50,8	1,79	1,56-2,05	0,423
14 Lanaudière	65	1,95	1,53-2,48	48,0	1,52	1,34-1,73	0,076
16 Montérégie	164	1,61	1,38-1,87	168,2	1,70	1,59-1,82	0,499

\* Par 100 000 personnes-jours.

\*\* L'année 2005 a été exclue de la période de comparaison en raison de la présence d'une vague de chaleur.

\*\*\* L'année 2006 a été exclue de la période de comparaison en raison de la présence d'une vague de chaleur.

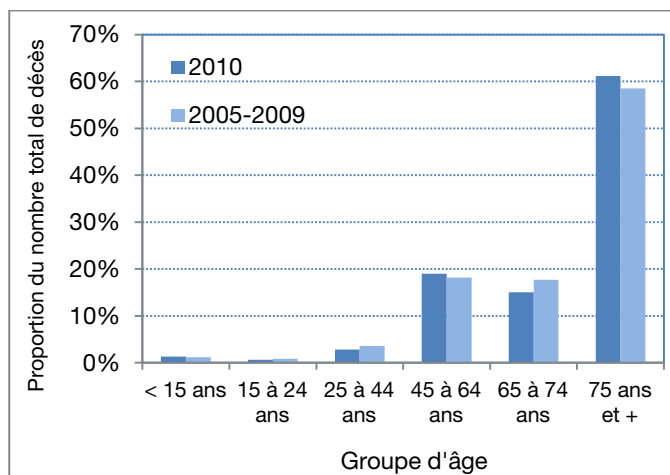
† Différence significative sur le plan statistique (valeur-*p* < 0,05).

#### 4.3.1 L'ÂGE AU DÉCÈS

Les figures 1 et 2 présentent les distributions de fréquence du nombre de décès par groupe d'âge pendant les vagues de chaleur de 2010 et 2011, ainsi que pendant les périodes de comparaison. Les distributions de fréquence des décès pendant les vagues de chaleur et pendant les périodes de

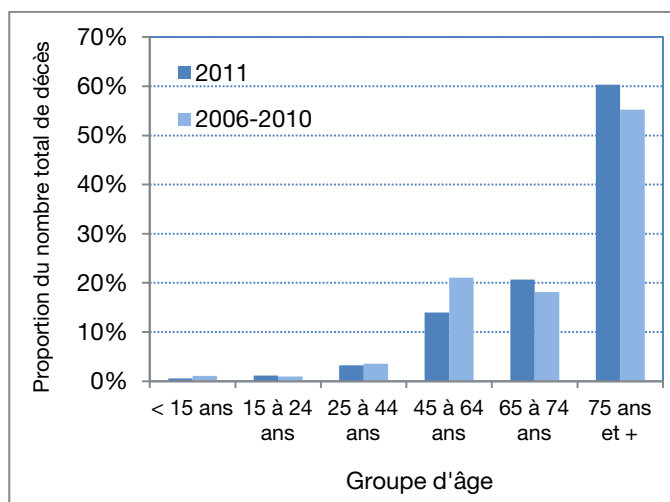
comparaison sont très similaires. Elles sont caractérisées par une fréquence plus élevée de décès chez les personnes âgées de 75 ans et plus. En 2010, l'âge moyen des personnes décédées est de 75 ans pendant la vague de chaleur et de 74 ans pendant la période de comparaison. Ces moyennes ne sont pas différentes de manière significative, au seuil de 5 %.

**Figure 1** Distribution de fréquence des décès du RED, selon le groupe d'âge et la période d'analyse, 2010



L'âge moyen par RSS, par vague de chaleur, ainsi que pendant la période de comparaison est présenté au Tableau 5. Les lignes en gras indiquent les différences statistiquement significatives, au seuil de 5 %. Dans l'ensemble, les seules différences statistiquement significatives observées sont dans la RSS de la Mauricie et du Centre-du-Québec (pour les deux vagues). Ainsi, l'âge des personnes décédées dans cette région pendant la vague de chaleur de juillet 2010 est significativement plus élevé que l'âge des personnes décédées pendant la période de comparaison. La différence est de l'ordre de cinq ans. Aucune autre différence significative sur le plan statistique n'a été observée par RSS entre l'âge des personnes décédées pendant la vague de chaleur extrême de 2010 et de 2011 et pendant la période de comparaison.

**Figure 2** Distribution de fréquence des décès du RED, selon le groupe d'âge et la période d'analyse, 2011



**Tableau 5 Âge moyen des personnes décédées pendant les vagues de chaleur de 2010 et 2011 et les périodes de comparaison**

Région sociosanitaire	Nombre de décès	Période de comparaison	Âge moyen (an)	IC à 95 %
<b>Vagues de chaleur de 2010</b>				
02 Saguenay–Lac-Saint-Jean	53	2010	73,4	68,7-78,0
	176	2005-2009	75,3	72,9-77,7
03 Capitale-Nationale	115	2010	75,5	72,1-78,9
	537	2005-2009	74,3	72,9-75,7
<b>04 Mauricie et Centre-du-Québec (1<sup>re</sup> vague)*</b>	<b>125</b>	<b>2010</b>	<b>78,2</b>	<b>75,6-80,9</b>
	<b>452</b>	<b>2005-2009</b>	<b>73,3</b>	<b>71,6-74,9</b>
<b>04 Mauricie et Centre-du-Québec (2<sup>e</sup> vague)*</b>	<b>66</b>	<b>2010</b>	<b>78,7</b>	<b>75,6-81,8</b>
	<b>354</b>	<b>2005-2009</b>	<b>73,7</b>	<b>71,9-75,5</b>
05 Estrie	54	2010	76,0	71,6-80,5
	235	2005-2009	73,5	71,2-75,8
06 Montréal	383	2010	74,8	72,9-76,6
	1215	2005-2009	75,1	74,1-76,0
07 Outaouais (1 <sup>re</sup> vague)	81	2010	72,1	68,6-75,6
	222	2005-2009	72,6	70,5-74,6
07 Outaouais (2 <sup>e</sup> vague)	46	2010	70,1	64,3-75,8
	181	2005-2009	70,4	67,9-73,0
08 Abitibi-Témiscamingue (1 <sup>re</sup> vague)	16	2010	74,6	64,5-84,6
	84	2005-2009	74,4	71,0-77,7
08 Abitibi-Témiscamingue (2 <sup>e</sup> vague)	21	2010	66,9	59,0-74,7
	77	2005-2009	73,1	69,4-76,7
12 Chaudière-Appalaches	52	2010	77,5	73,3-81,7
	295	2005-2009	74,0	72,1-75,9
13 Laval	62	2010	73,9	69,4-78,4
	213	2005-2009	73,0	70,7-75,2
14 Lanaudière	77	2010	74,1	70,7-77,6
	279	2005-2009	70,8	68,8-72,9
16 Montérégie	204	2010	74,7	72,2-77,2
	707	2005-2009	72,8	71,4-74,1
<b>Vagues de chaleur de 2011</b>				
05 Estrie	55	2011	75,7	71,0-80,3
	199	2006-2010	76,2	73,9-78,5
07 Outaouais	59	2011	74,7	70,7-78,7
	203	2007-2010	71,2	68,9-73,6
14 Lanaudière	65	2011	73,0	69,4-76,7
	240	2006-2010	71,3	69,3-73,3
16 Montérégie	164	2011	76,1	73,8-78,4
	841	2006-2010	72,9	71,7-74,1

\* Note : Dans les RSS présentées en gras, l'âge moyen est différent de manière significative sur le plan statistique.

#### 4.3.2 INDICE DE DÉFAVORISATION MATÉRIELLE

Pour les vagues de chaleur de 2010 et de 2011, aucune différence significative sur le plan statistique n'a été

observée entre le RT bruts dans les aires de diffusion défavorisées et très défavorisées (sur le plan matériel) et le rapport de taux obtenu pour les autres AD (Tableau 6).

**Tableau 6 Ratio des rapports des taux bruts de décès pendant les vagues de chaleur extrême dans les AD défavorisées et très défavorisées sur le rapport des taux dans les autres AD**

Région sociosanitaire	AD défavorisées et très défavorisées			Autres AD			Ratio des RT	Valeur-p du test Z du ratio des RT
	Nombre de décès		RT 2010 / 2005-2009	Nombre de décès		RT 2010 / 2005-2009		
	2010	2005-2009		2010	2005-2009			
02 Saguenay-Lac-Saint-Jean	21	80	1,31	28	79	1,77	0,74	0,362
03 Capitale-Nationale	47	215	1,09	47	244	0,96	1,13	0,576
04 Mauricie et Centre-du-Québec (1 <sup>re</sup> vague)	51	174	1,47	42	186	1,13	1,30	0,264
04 Mauricie et Centre-du-Québec (2 <sup>e</sup> vague)	24	130	0,92	20	140	0,71	1,29	0,432
05 Estrie	18	75	1,20	21	118	0,89	1,35	0,398
06 Montréal	117	382	1,53	159	542	1,47	1,04	0,756
07 Outaouais (1 <sup>re</sup> vague)	29	93	1,25	38	101	1,50	0,83	0,511
07 Outaouais (2 <sup>e</sup> vague)	25	77	1,62	17	79	1,08	1,51	0,244
08 Abitibi-Témiscamingue (1 <sup>re</sup> vague)	8	30	1,33	5	38	0,66	2,03	0,255
08 Abitibi-Témiscamingue (2 <sup>e</sup> vague)	11	26	2,12	7	38	0,92	2,30	0,128
12 Chaudière-Appalaches	20	118	0,85	22	139	0,79	1,07	0,837
13 Laval	25	81	1,54	24	98	1,22	1,26	0,474
14 Lanaudière	29	125	1,16	35	114	1,54	0,76	0,321
16 Montérégie	70	274	1,28	79	288	1,37	0,93	0,700

Région sociosanitaire	Nombre de décès		RT 2011 / 2006-2010	Nombre de décès		RT 2011 / 2006-2010	Ratio des RT	Valeur-p du test Z du ratio des RT
	2011			2006-2010				
	2011	2006-2010	2011	2006-2010				
05 Estrie	19	21	1,46	65	94	1,12	1,31	0,449
07 Outaouais	22	26	0,94	94	79	1,32	0,71	0,298
14 Lanaudière	28	25	1,40	100	98	1,28	1,10	0,764
16 Montérégie	59	73	0,98	300	379	0,96	1,02	0,913

#### 4.3.3 ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

La proportion des personnes qui, au moment du décès, résidaient dans un îlot de chaleur pendant les vagues de chaleur de l'été 2010 et les périodes de comparaison sont présentées au Tableau 7. La seule différence significative observée est dans la région de Chaudière-Appalaches. Ainsi, pendant la vague de chaleur de 2010, la proportion des personnes qui, au

moment du décès, résidaient dans un îlot de chaleur urbain dans la région de Chaudière-Appalaches est plus élevée que celle pendant la période de comparaison.

Pendant les vagues de chaleur extrême de l'été 2011, cette même proportion est significativement plus élevée comparativement aux périodes de comparaison dans les RSS de Estrie et de Lanaudière (Tableau 7).

**Tableau 7 Proportion des personnes qui, au moment du décès, résidaient dans un îlot de chaleur urbain pendant les vagues de chaleur et les périodes de comparaison**

Région sociosanitaire	Proportion des personnes qui, au moment du décès, résidaient dans un îlot de chaleur (%)		Valeur-p du test statistique de comparaison des proportions
	2010	Période de comparaison 2005-2009	
02 Saguenay–Lac-Saint-Jean	22,6	15,9	0,260
03 Capitale-Nationale	31,3	26,8	0,329
04 Mauricie et Centre-du-Québec (1 <sup>re</sup> vague)	36,0	31,0	0,287
04 Mauricie et Centre-du-Québec (2 <sup>e</sup> vague)	25,8	33,6	0,212
05 Estrie	37,0	26,4	0,120
06 Montréal	43,6	41,5	0,463
07 Outaouais (1 <sup>re</sup> vague)	25,9	24,3	0,775
07 Outaouais (2 <sup>e</sup> vague)	8,7	19,9	0,085
08 Abitibi-Témiscamingue (1 <sup>re</sup> vague)	12,5	8,3	0,596
08 Abitibi-Témiscamingue (2 <sup>e</sup> vague)	9,5	9,1	0,952
<b>12 Chaudière-Appalaches</b>	<b>34,6</b>	<b>21,4</b>	<b>0,040*</b>
13 Laval	17,7	18,3	0,919
14 Lanaudière	14,3	12,9	0,751
16 Montérégie	19,6	19,7	0,987
	<b>2011</b>	<b>Période de comparaison 2006-2010</b>	<b>Valeur-p du test statistique de comparaison des proportions</b>
<b>05 Estrie</b>	<b>50,9</b>	<b>30,7</b>	<b>0,006*</b>
07 Outaouais	32,2	21,7	0,098
<b>14 Lanaudière</b>	<b>24,6</b>	<b>11,3</b>	<b>0,007*</b>
16 Montérégie	25,0	21,4	0,310

\* Différence significative sur le plan statistique (valeur-p < 0,05).

## 5 Discussion

Pour les années 2010 et 2011, le nombre de décès par RSS diffère en moyenne de 5 % entre le Fichier hebdomadaire et le RED. Le Fichier hebdomadaire des décès présente une sous-estimation presque systématique du nombre de décès par vague de chaleur, comparativement au RED. La sous-estimation est moins importante pour les périodes de comparaison. Ces différences s'expliquent du fait que le Fichier hebdomadaire utilisé, extrait en février 2011, demeure préliminaire. De plus, les données du Fichier hebdomadaire de décès n'ont pas été validées. Cette différence est aussi acceptable, compte tenu du besoin de réaliser un bilan de la saison estivale année après année.

En ce qui concerne l'analyse de l'impact des vagues de chaleur sur les décès, pour l'année 2010, en utilisant les années 2008 et 2009 comme période de comparaison, le RED permet d'identifier des excès de décès dans six RSS. En contrepartie, le Fichier hebdomadaire des décès identifie des excès significatifs uniquement dans trois de ces RSS (Montréal, Laval et Montérégie). Il s'agit toutefois des excès des vagues de chaleur les plus intenses (de plus longue durée), observées dans trois RSS qui représentent environ 50 % de la population totale de la province. Ainsi, l'utilisation du Fichier hebdomadaire des décès, afin de réaliser le bilan de la saison estivale de 2010, n'aurait pas permis d'identifier les excès significatifs des régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de la Mauricie et du Centre-du-Québec, et de l'Outaouais. Compte tenu de la

puissance statistique réduite, en utilisant que les années 2008 et 2009 comme période de comparaison, et de la sous-estimation systématique du Fichier hebdomadaire des décès, il est recommandé aux lecteurs de jeter un œil attentif aux rapports de taux dont les valeurs- $p$  sont limitées (c.-à-d. situées entre 0,050 et 0,100).

Les deux bases de données indiquent également un déficit significatif de décès pendant la vague de chaleur de la fin août 2010, dans la RSS de la Mauricie et du Centre-du-Québec. Ce taux de décès plus faible pendant la vague de chaleur extrême est difficile à expliquer. Il va sans dire que ce résultat ne concorde pas avec les associations établies antérieurement au Québec et ailleurs dans le monde pendant des vagues de chaleur (Besancenot, 2002; Ledrans et Isnard, 2003; Carlson, 2007; Bustinza *et al.*, 2013). Remarquons que le nombre de décès est faible pendant cette vague de chaleur. Ainsi, il est possible que ce résultat fortuit soit relié au nombre limité de décès pendant les deux années disponibles dans le Fichier hebdomadaire. Afin de vérifier cette possibilité, l'impact sur les décès a été calculé en utilisant la période de comparaison de 2005 à 2009 avec le RED. Les résultats présentés au Tableau 4 révèlent que ce déficit n'est pas significatif lorsqu'on utilise les taux bruts pour une période de comparaison de cinq années.

Ainsi, le Fichier hebdomadaire des décès de l'ISQ est un outil utile à l'analyse des impacts des vagues de chaleur sur les décès. Sur la base des vérifications effectuées en 2010, cette assertion est valable, à la condition d'attendre au moins quatre mois après la fin de la saison de surveillance pour faire l'extraction des données du Fichier hebdomadaire des décès. Sans le respect de ce délai, le Fichier hebdomadaire est incomplet afin d'estimer les impacts de la chaleur extrême sur la santé. De plus, puisque le Fichier hebdomadaire sous-estime le nombre de décès par vague par RSS, il est recommandé d'être un peu plus libéral et de porter une attention particulière aux RT qui présentent des valeurs- $p$  entre 0,05 et 0,10.

Il faut par ailleurs noter que des différences d'ordre méthodologique existent entre cette étude et le bilan de surveillance antérieur de la chaleur extrême de 2010. D'une part, il n'est pas possible de comparer directement les résultats avec le bilan annuel de 2010, principalement parce que les périodes de vague de

chaleur et de comparaison ne sont pas définies de la même façon. D'autre part, les comparaisons avec l'étude publiée en 2013 (Bustinza *et al.*, 2013) sont aussi limitées du fait que les effectifs de décès de cette étude combinaient les fichiers provisoires de décès pour les années 2008 et 2009 et les fichiers du RED pour les années antérieures. Une autre différence méthodologique importante avec ces deux dernières publications concerne l'établissement des différences des taux significatives sur le plan statistique. Ainsi, la comparaison des décès pour la vague du mois de juillet, en utilisant les IC à 95%, conduit à établir des excès significatifs dans les RSS de Montréal et de la Montérégie (Annexe 2 et Annexe 3). Par contre, pour la même vague de chaleur, en utilisant la valeur- $p$  des rapports des taux bruts (test  $Z$ ), on doit ajouter des excès significatifs dans les RSS de Laval et de la Mauricie et du Centre-du-Québec (Tableau 3). Sur le plan théorique, l'utilisation des IC à 95 % est plus conservatrice que le test  $Z$ . Cette méthode (IC à 95 %) avait été utilisée par simplicité lors de la réalisation des bilans de surveillance des impacts des vagues de chaleur sur la santé. Le test  $Z$  est plus conventionnel et mieux adapté au contexte de petits effectifs (de décès). Ce dernier permet d'identifier un peu plus de différences significatives que la méthode des IC à 95 %. Pour cette raison, les rapports des taux bruts (et le test  $Z$ ) devraient être utilisés dans les prochains bilans de surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé.

Certaines limites sont associées à la comparaison des impacts des vagues de chaleur sur les décès. Une première limite concerne l'échelle d'analyse régionale. Les impacts des vagues de chaleur sont principalement observés en milieu urbain (Johnson et Wilson, 2009). Le fait d'utiliser l'ensemble du territoire des RSS, plutôt que de restreindre l'analyse aux secteurs urbanisés seulement, est certainement de nature à sous-estimer les impacts de la chaleur sur les décès. De plus, l'effet des facteurs non considérés (p. ex. : pollution de l'air, intensité de la vague de chaleur [durée et température], climatisation) (Analitis *et al.*, 2014) pourrait avoir un effet différentiel en milieu urbain ou rural.

La définition de la période de comparaison de cinq ans pourrait éventuellement devenir problématique. En effet, si d'une année à l'autre les vagues de chaleur se produisent aux mêmes dates, il faudra éventuellement trouver des alternatives à la période de comparaison.

Les impacts estimés sont fonction de la définition de vague de chaleur. Il n'existe pas de définition uniforme d'une vague de chaleur. Les définitions sont propres à chaque pays et à chaque climat. Les seuils utilisés au Québec sont basés sur une analyse statistique des associations entre la température et la mortalité toutes causes confondues sur une période de 24 ans (1981 à 2005) (Martel *et al.*, 2010). Les seuils établis visent à anticiper à partir des prévisions météorologiques les vagues de chaleur susceptibles d'entraîner une surmortalité de 60 %. Les seuils devraient être revus prochainement considérant les données des décès et les données météorologiques plus récentes. Les critères de température en vigueur en 2014 sont utilisés. Ils ont été appliqués (sans pondération) aux températures observées aux stations météorologiques de référence par RSS. Plusieurs autres définitions d'une vague de chaleur existent (Lowe *et al.*, 2011) et pourraient produire des résultats différents. Par ailleurs, l'utilisation des données d'une seule station météorologique par RSS impose également des limites, notamment en ce qui concerne la représentativité spatiale de la station météorologique.

## Les facteurs de risque et de vulnérabilité

### *L'âge des personnes décédées*

La distribution de fréquence de l'âge au décès pendant les vagues de chaleur révèle qu'en majorité (60 %), ce sont les individus âgés de 75 ans et plus qui décèdent pendant les vagues de chaleur. Par RSS, il n'existe que très peu de différence entre les distributions de fréquence des décès pendant les vagues de chaleur et les périodes de comparaison. Cette situation est normale et semblable à ce qui a déjà été observé ailleurs dans le monde (Carlson, 2007; Ledrans et Isnard, 2003).

Par ailleurs, les comparaisons sont effectuées avec les taux bruts. Il est toutefois possible que la structure d'âge entre les RSS affecte les résultats. Afin de vérifier cette hypothèse, des comparaisons par RSS ont été faites en utilisant les taux ajustés, à partir des données du RED. Les résultats sont présentés à l'Annexe 4. Comme on peut le constater en comparant avec le Tableau 4, pour les vagues de chaleur de 2010, les excès établis avec les taux standardisés ne sont pas significatifs dans les RSS du Saguenay-Lac-Saint-Jean, de Laval et de Lanaudière. De même, pour la vague de chaleur de 2011, l'excès significatif en Estrie

disparaît en utilisant les taux standardisés. Ainsi, le fait d'utiliser des taux bruts ou ajustés modifie les conclusions. Il importe aussi de préciser que, puisque les bilans annuels sont effectués avec le Fichier hebdomadaire des décès et que l'âge des personnes n'est pas connu avec exactitude, la standardisation directe ne peut pas être utilisée. De plus, les périodes de référence sont limitées parce que les données du Fichier hebdomadaire ne sont disponibles que depuis 2008.

### *L'indice de défavorisation matérielle*

En ce qui concerne l'indice de défavorisation matérielle, les résultats n'indiquent pas d'impact plus élevé dans les secteurs les plus défavorisés, comparativement aux autres secteurs. Ce résultat apparaît surprenant considérant que les associations entre la défavorisation et les problèmes de santé (incluant les décès) sont largement connues et documentées (Doubeni *et al.*, 2012). D'autre part, cette association a également été démontrée lors des vagues de chaleur ailleurs dans le monde (Greenberg *et al.*, 1983; Carlson, 2007; Rey *et al.*, 2009).

Les résultats obtenus avec l'indice de défavorisation matérielle doivent être considérés avec circonspection. L'indice de défavorisation comprend deux dimensions, l'une matérielle et l'autre sociale. Pour cette étude, seule la dimension matérielle a été utilisée. D'une part, il faut savoir que l'indice de défavorisation matérielle n'est pas basé sur les informations individuelles. Il est établi par une analyse en composante principale à partir des données du recensement. Il est par la suite attribué à chaque décès en fonction du code postal à six positions du lieu de résidence au moment du décès. Pour une partie des décès (23 %), il n'est pas possible de calculer un indice de défavorisation. C'est notamment le cas des AD constituées, par exemple, d'un seul Centre d'hébergement de soins de longue durée (CHSLD). Comme Statistique Canada considère ces établissements comme des « logements collectifs », les données du recensement ne sont pas diffusées par AD et pour cette raison l'indice de défavorisation ne peut pas être calculé (communication personnelle de Denis Hamel, juillet 2014). Cette situation est particulièrement critique dans cette étude puisque les décès sont principalement observés (environ 60 % des décès) chez les personnes âgées de plus de 75 ans. De plus, la probabilité que ceux-ci résident en CHSLD est très élevée à cet âge avancé.



Ces constatations contraignent habituellement l'analyse des associations entre la mortalité et l'indice de défavorisation à la mortalité prématurée (c.-à-d. avant 74 ans). Ce qui ne peut pas être appliqué dans le cadre de cette étude.

Ainsi, ces résultats suggèrent que l'indice de défavorisation matérielle (attribué à chaque décès sur la base de l'AD) ne devrait pas être utilisé dans le cadre de l'analyse des impacts des vagues de chaleur sur les décès.

### *Îlots de chaleur urbains*

Les résultats des comparaisons pour les îlots de chaleur urbains indiquent que, pendant la vague de chaleur de 2010, la proportion de décès, qui au moment du décès, étaient localisés à l'intérieur d'un îlot de chaleur urbain est plus élevée que pendant les périodes de comparaison dans la RSS de Chaudière-Appalaches. En 2011, la proportion de décès localisés dans un îlot de chaleur urbain est plus élevée que celles des périodes de comparaison en Estrie et dans Lanaudière. Par ailleurs, dans sept des huit RSS où un impact significatif de la vague de chaleur sur les décès a été documenté, aucune association significative avec les îlots de chaleur urbains n'a été observée.

Une des limites spécifiques à cette analyse est qu'il faut considérer que les effectifs de population sont stables entre 2005 à 2010 (incluant les populations qui résident dans les îlots de chaleur urbains et celles qui résident dans les autres secteurs). Il est cependant impossible de vérifier cette assertion.

Ces résultats sont difficiles à expliquer. Dans plusieurs études, la présence d'îlots de chaleur explique la mortalité élevée dans les centres-villes pendant les vagues de chaleur (Lowe *et al.*, 2011). Cette surmortalité est attribuable au design urbain, à l'absence de végétation et à la densité des matériaux qui diminue l'évapotranspiration (Johnson et Wilson, 2009). Une autre étude a documenté une association spatiale significative entre la défavorisation et les îlots de chaleur urbains (Huang *et al.*, 2011). Il est possible que la proportion des personnes qui, au moment du décès, résidaient dans un îlot de chaleur urbain (ou la proportion de la population qui y réside) soit trop faible pour effectuer l'analyse de l'impact des îlots de chaleur pendant la canicule. Il est également possible que ce résultat soit attribuable au fait que seul le code postal à six positions du lieu de résidence au moment du décès

est disponible. Il serait sûrement plus approprié de disposer du lieu de décès, mais cette information n'est pas disponible dans le RED. Une autre limite inhérente à ces données est que l'on doit considérer le lieu de résidence comme le lieu d'exposition, ce qui devrait être vrai dans la plupart des cas chez les personnes âgées, mais cette hypothèse est impossible à vérifier.

## 6 Conclusion

En conclusion, l'utilisation du Fichier hebdomadaire des décès pour estimer les impacts des vagues de chaleur sur les décès est appropriée, dans la mesure où un délai d'au moins quatre mois entre la fin de la saison estivale et l'extraction des données est respecté et que l'on considère aussi les valeurs-*p* des RT entre 0,05 et 0,10. La production des bilans annuels est utile à la planification des interventions de prévention des impacts de la chaleur sur la santé.

Il n'existe que très peu de différence significative entre l'âge des personnes décédées pendant la vague de chaleur et pendant la période de comparaison. L'analyse des facteurs de vulnérabilité indique que l'âge moyen des personnes décédées est de 75 ans et que la vaste majorité des personnes décédées sont âgées de 75 ans et plus. Par ailleurs, les analyses effectuées ne permettent pas de confirmer une association statistique significative entre l'indice de défavorisation matérielle et les décès pendant la vague de chaleur. Finalement, il n'a pas été possible de mettre en lumière une association importante avec la présence d'îlots de chaleur.

Les excès de mortalité pendant les vagues de chaleur peuvent être prévenus. La prévention de ce risque constitue une des priorités de l'Organisation mondiale de la santé (Lowe *et al.*, 2011). Des mesures de prévention de l'exposition à la chaleur sont possibles (Price *et al.*, 2013; White-Newsome *et al.*, 2014; Bittner *et al.*, 2014). L'évaluation de l'efficacité de ces interventions préventives sur la diminution des décès demeure cependant difficile à mesurer et des recherches à ce sujet sont nécessaires. Il est recommandé aux DRSP de continuer à surveiller les impacts de la chaleur sur la santé. Les interventions préventives des DRSP devraient continuer à cibler les groupes d'individus vulnérables aux impacts de la chaleur sur la santé, notamment les personnes âgées, les personnes défavorisées et celles qui habitent dans des îlots de chaleur urbains.

## Références

- Analitis, A., Michelozzi, P., D'Ippoliti, D., De'Donato, F., Menne, B., Matthies, F., Atkinson, R. W., Iniguez, C., Basagana, X., Schneider, A., Lefranc, A., Paldy, A., Bisanti, L., Katsouyanni, K. (2014) Effects of heat waves on mortality: effect modification and confounding by air pollutants, *Epidemiology*, Vol. 25, No. 1, pp. 15-22.
- Besancenot, J.-P. (2002) Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines, *Environnement risques & santé*, Vol. 1, No. 4, pp. 229-240.
- Bittner, M. I., Matthies, E. F., Dalbokova, D., Menne, B. (2014) Are European countries prepared for the next big heat-wave?, *Eur J Public Health*, Vol. 24, No. 4, pp. 615-619.
- Bustinza, R., Lebel, G. (2012) *Surveillance des impacts sanitaires des vagues de chaleur extrême au Québec, Bilan de la saison estivale 2011*, Institut national de santé publique du Québec, 32 p.
- Bustinza, R., Lebel, G., Dubé, M. (2014) Surveillance des impacts sanitaires des vagues de chaleur au Québec, Bilan de la saison estivale 2013. Accessible au : [http://www.inspq.gc.ca/Data/Sites/1/SharedFiles/bise/ArticlePrinc\\_1\\_Juillet2014.pdf](http://www.inspq.gc.ca/Data/Sites/1/SharedFiles/bise/ArticlePrinc_1_Juillet2014.pdf). Consulté le 08-20-2014.
- Bustinza, R., Lebel, G., Gosselin, P., Belanger, D., Chebana, F. (2013) Health impacts of the July 2010 heat wave in Quebec, Canada, *BMC Public Health*, Vol. 13, No. 56, pp. 1-7.
- Camilloni, I., Barros, V. (1997) On the urban heat island effect dependence on temperature trends, *Climatic Change*, Vol. 37, No. 4, pp. 665-681.
- Carlson, A. E. (2007) Heat waves, global warming, and mitigation, *UCLA Journal of Environmental Law & Policy*, Vol. 26, No. 1, pp. 169-215.
- Doubeni, C. A., Schootman, M., Major, J. M., Stone, R. A., Laiyemo, A. O., Park, Y., Lian, M., Messer, L., Graubard, B. I., Sinha, R., Hollenbeck, A. R., Schatzkin, A. (2012) Health status, neighborhood socioeconomic context, and premature mortality in the United States: The National Institutes of Health-AARP Diet and Health Study, *Am J Public Health*, Vol. 102, No. 4, pp. 680-688.
- Greenberg, J. H., Bromberg, J., Reed, C. M., Gustafson, T. L., Beauchamp, R. A. (1983) The epidemiology of heat-related deaths, Texas--1950, 1970-79, and 1980, *Am J Public Health*, Vol. 73, No. 7, pp. 805-807.
- Huang, G., Zhou, W., Cadenasso, M. L. (2011) Is everyone hot in the city? Spatial pattern of land surface temperatures, land cover and neighborhood socioeconomic characteristics in Baltimore, MD, *J Environ Manage.*, Vol. 92, No. 7, pp. 1753-1759.
- Institut national de santé publique du Québec en collaboration avec le Groupe de travail des indicateurs du Plan commun de surveillance à l'Infocentre de santé publique (2013) *Cadre méthodologique des indicateurs du Plan national de surveillance (Plan commun de surveillance et Plan ministériel de surveillance multithématique) à l'Infocentre de santé publique Québec*, 171 p.
- Johnson, D. P., Wilson, J. S. (2009) The socio-spatial dynamics of extreme urban heat events : The case of heat-related deaths in Philadelphia, *Applied Geography*, Vol. 29, No. 3, pp. 419-434.
- Lebel, G., Bustinza, R. (2011) *Surveillance des impacts sanitaires des vagues de chaleur au Québec, Bilan de la saison estivale 2010*, Institut national de santé publique du Québec, Québec, 44 p.
- Lebel, G., Bustinza, R. (2013) *Surveillance des impacts sanitaires des vagues de chaleur extrême au Québec, Bilan de la saison estivale 2012*, Institut national de santé publique du Québec, Québec, 69 p.
- Ledrans, M., Isnard, H. (2003) *Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France : bilan et perspectives*, Institut de Veille Sanitaire, Saint-Maurice, France, 120 p.
- Lowe, D., Ebi, K. L., Forsberg, B. (2011) Heatwave early warning systems and adaptation advice to reduce human health consequences of heatwaves, *Int J Environ Res Public Health*, Vol. 8, No. 12, pp. 4623-4648.

- Martel, B., Giroux, J. X., Gosselin, P., Chebana, F., Taha, B. B. J., Charron, C. (2010) *Indicateurs et seuils météorologiques pour les systèmes de veille-avertissement lors de vagues de chaleur au Québec*, Institut national de santé publique du Québec et Institut national de la recherche scientifique - Eau, Terre et Environnement, 99 p.
- Pelletier, G., Kammoun, N. (2010) *La population du Québec par territoire des centres locaux de services communautaires, par territoire réseaux locaux de services et par région sociosanitaire, 1981 à 2031*, Ministère de la Santé et des Services sociaux, Direction des communications, Québec, 362 p.
- Price, K., Perron, S., King, N. (2013) Implementation of the Montreal heat response plan during the 2010 heat wave, *Can J Public Health*, Vol. 104, No. 2, p. e96-e100.
- Rey, G., Fouillet, A., Bessemoulin, P., Frayssinet, P., Dufour, A., Jougl, E., Hemon, D. (2009) Heat exposure and socio-economic vulnerability as synergistic factors in heat-wave-related mortality, *Eur J Epidemiol.*, Vol. 24, No. 9, pp. 495-502.
- Tairou, F. O., Bélanger, D., Gosselin, P. (2010) *Proposition d'indicateurs aux fins de vigie et de surveillance des troubles de la santé liés à la chaleur*, Institut national de santé publique du Québec, 44 p.
- Vida, S. (2011) *Les espaces verts et la santé*, Institut national de santé publique du Québec, 16 p.
- White-Newsome, J. L., Ekwurzel, B., Baer-Schultz, M., Ebi, K. L., O'Neill, M. S., Anderson, G. B. (2014) Survey of county-level heat preparedness and response to the 2011 summer heat in 30 U.S. states, *Environ Health Perspect*, Vol. 122, No. 6, pp. 573-579.
- Wu, J., Zhou, Y., Gao, Y., Fu, J. S., Johnson, B. A., Huang, C., Kim, Y. M., Liu, Y. (2014) Estimation and uncertainty analysis of impacts of future heat waves on mortality in the eastern United States, *Environ Health Perspect*, Vol. 122, No. 1, pp. 10-16.

## Annexes

### Annexe 1 Stations météorologiques de référence et seuils de chaleur extrême par RSS

Région sociosanitaire	Station météorologique de référence	Seuils de chaleur extrême	
		Température maximale (°C)	Température minimale (°C)
01 Bas-Saint-Laurent	Amqui	31	16
02 Saguenay-Lac-Saint-Jean	Bagotville	31	16
03 Capitale-Nationale	Aéroport Jean-Lesage	31	16
04 Mauricie et Centre-du-Québec	Nicolet	31	18
05 Estrie	Lennoxville	31	18
06 Montréal	Dorval	33	20
07 Outaouais	Ottawa	31	18
08 Abitibi-Témiscamingue	Val d'Or	31	16
09 Côte-Nord	Baie-Comeau	31	16
10 Nord-du-Québec	Matagami	31	16
11 Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine	Gaspé	31	16
12 Chaudière-Appalaches	Beauceville	31	18
13 Laval	Dorval	33	20
14 Lanaudière	L'assomption	33	20
15 Laurentides	Saint-Jovite	31	18
16 Montérégie	Saint-Hubert	33	20

### Annexe 2 Taux bruts de décès pendant les vagues de chaleur de 2010 et 2011, selon la source de données

Région sociosanitaire	2010 - Fichier hebdomadaire		2010 - RED	
	Taux brut*	IC à 95 %	Taux brut*	IC à 95 %
02 Saguenay-Lac-Saint-Jean	2,69	2,04-3,53	2,79	2,13-3,65
03 Capitale-Nationale	2,04	1,69-2,45	2,09	1,74-2,51
04 Mauricie et Centre-du-Québec (1 <sup>re</sup> vague)	3,03	2,53-3,63	3,16	2,65-3,76
04 Mauricie et Centre-du-Québec (2 <sup>e</sup> vague)	2,16	1,69-2,75	2,22	1,75-2,83
05 Estrie	2,11	1,61-2,77	2,19	1,68-2,86
06 Montréal	2,66	2,40-2,95	2,86	2,59-3,16
07 Outaouais (1 <sup>re</sup> vague)	2,24	1,78-2,82	2,49	2,00-3,09
07 Outaouais (2 <sup>e</sup> vague)	1,62	1,19-2,20	1,81	1,36-2,42
08 Abitibi-Témiscamingue (1 <sup>re</sup> vague)	1,84	1,13-3,00	1,84	1,13-3,00
08 Abitibi-Témiscamingue (2 <sup>e</sup> vague)	2,30	1,48-3,56	2,41	1,57-3,70
12 Chaudière-Appalaches	1,60	1,22-2,10	1,60	1,22-2,10
13 Laval	2,13	1,65-2,75	2,24	1,74-2,87
14 Lanaudière	2,03	1,62-2,54	2,05	1,64-2,57
16 Montérégie	2,29	1,99-2,63	2,35	2,05-2,70
	2011 - Fichier hebdomadaire		2011 - RED	
05 Estrie	2,35	1,78-3,09	2,53	1,94-3,30
07 Outaouais	1,81	1,38-2,36	2,01	1,56-2,60
14 Lanaudière	1,86	1,45-2,38	1,95	1,53-2,48
16 Montérégie	1,53	1,31-1,79	1,61	1,38-1,87

\* Par 100 000 personnes-jours.

**Annexe 3 Taux bruts de décès pendant les périodes de comparaison, selon la source de données**

Région sociosanitaire	2008-2009 - Fichier hebdomadaire		2008-2009 - RED	
	Taux brut*	IC à 95 %	Taux brut*	IC à 95 %
02 Saguenay-Lac-Saint-Jean	1,94	1,55-2,44	1,89	1,50-2,38
03 Capitale-Nationale	1,85	1,61-2,12	1,86	1,62-2,13
04 Mauricie et Centre-du-Québec (1 <sup>re</sup> vague)	2,42	2,10-2,79	2,46	2,13-2,83
04 Mauricie et Centre-du-Québec (2 <sup>e</sup> vague)	3,00	2,59-3,48	3,00	2,59-3,48
05 Estrie	1,76	1,42-2,17	1,70	1,37-2,11
06 Montréal	1,86	1,70-2,03	1,91	1,75-2,08
07 Outaouais (1 <sup>re</sup> vague)	1,72	1,43-2,08	1,75	1,46-2,11
07 Outaouais (2 <sup>e</sup> vague)	1,49	1,19-1,87	1,61	1,29-2,00
08 Abitibi-Témiscamingue (1 <sup>re</sup> vague)	1,78	1,25-2,53	1,72	1,21-2,47
08 Abitibi-Témiscamingue (2 <sup>e</sup> vague)	2,47	1,83-3,33	2,41	1,78-3,27
12 Chaudière-Appalaches	2,04	1,72-2,42	2,10	1,77-2,48
13 Laval	1,44	1,15-1,80	1,49	1,20-1,86
14 Lanaudière	1,54	1,28-1,85	1,56	1,30-1,88
16 Montérégie	1,44	1,27-1,63	1,44	1,27-1,64
	2008-2010 - Fichier hebdomadaire		2008-2010 - RED	
05 Estrie	1,91	1,60-2,28	1,93	1,62-2,30
07 Outaouais	1,69	1,44-1,99	1,73	1,47-2,03
14 Lanaudière	1,43	1,21-1,69	1,49	1,27-1,76
16 Montérégie	1,66	1,52-1,81	1,69	1,55-1,85

\* Par 100 000 personnes-jours.

**Annexe 4 Taux ajustés de décès pendant les vagues de chaleur extrême et les périodes de comparaison 2005-2009 et 2006-2010, établis à partir du RED**

Région sociosanitaire	Vague de chaleur de 2010			Période de comparaison 2005-2009			Valeur-p du test Z
	Nombre de décès	Taux ajustés*	IC à 95 %	Nombre moyen de décès par vague	Taux ajustés*	IC à 95 %	
02 Saguenay-Lac-Saint-Jean	53	2,63	2,01-3,45	35,2	1,97	1,70-2,28	0,063
03 Capitale-Nationale	115	1,94	1,62-2,33	107,4	1,97	1,81-2,14	0,889
<b>04 Mauricie et Centre-du-Québec (1<sup>re</sup> vague)</b>	<b>125</b>	<b>2,73</b>	<b>2,29-3,26</b>	<b>90,4</b>	<b>2,16</b>	<b>1,97-2,37</b>	<b>0,021<sup>†</sup></b>
04 Mauricie et Centre-du-Québec (2 <sup>e</sup> vague)	66	1,92	1,51-2,44	70,8	2,26	2,04-2,51	0,217
05 Estrie	54	2,09	1,60-2,72	47,0	1,96	1,72-2,22	0,673
<b>06 Montréal</b>	<b>383</b>	<b>2,81</b>	<b>2,54-3,11</b>	<b>243,0</b>	<b>1,86</b>	<b>1,76-1,97</b>	<b>&lt; 0,0001<sup>†</sup></b>
<b>07 Outaouais (1<sup>re</sup> vague)**</b>	<b>81</b>	<b>3,10</b>	<b>2,49-3,87</b>	<b>55,5</b>	<b>2,35</b>	<b>2,06-2,69</b>	<b>0,036<sup>†</sup></b>
07 Outaouais (2 <sup>e</sup> vague)	46	2,29	1,71-3,06	36,2	1,98	1,71-2,30	0,391
08 Abitibi-Témiscamingue (1 <sup>re</sup> vague)	16	1,99	1,22-3,26	16,8	2,29	1,85-2,84	0,611
08 Abitibi-Témiscamingue (2 <sup>e</sup> vague)	21	2,56	1,67-3,93	15,4	2,07	1,65-2,59	0,391
12 Chaudière-Appalaches	52	1,59	1,21-2,09	59,0	1,97	1,76-2,21	0,159
13 Laval	62	2,38	1,86-3,06	42,6	1,82	1,59-2,08	0,060
14 Lanaudière	77	2,51	2,00-3,14	55,8	2,02	1,79-2,27	0,097
<b>16 Montérégie</b>	<b>204</b>	<b>2,64</b>	<b>2,30-3,03</b>	<b>141,4</b>	<b>2,01</b>	<b>1,87-2,16</b>	<b>0,001<sup>†</sup></b>
	Vague de chaleur de 2011			Période de comparaison 2006-2010			Valeur-p du test Z
05 Estrie	55	2,36	1,81-3,07	39,8	1,85	1,61-2,12	0,111
07 Outaouais***	59	2,52	1,95-3,26	50,8	2,30	2,00-2,65	0,548
14 Lanaudière	65	2,32	1,82-2,97	48,0	1,90	1,67-2,16	0,159
16 Montérégie	164	1,77	1,51-2,06	168,2	1,98	1,85-2,11	0,191

\* Par 100 000 personnes-jours.

\*\* L'année 2005 a été exclue de la période de comparaison en raison de la présence d'une vague de chaleur.

\*\*\* L'année 2006 a été exclue de la période de comparaison en raison de la présence d'une vague de chaleur.

† Différence significative sur le plan statistique (valeur-p &lt; 0,05).



services maladies infectieuses santé services  
et innovation microbiologie toxicologie prévention des maladies chroniques  
santé au travail innovation santé au travail impact des politiques publiques  
impact des politiques publiques développement des personnes et des communautés  
promotion de saines habitudes de vie recherche services  
santé au travail promotion, prévention et protection de la santé impact des politiques  
sur les déterminants de la santé recherche et innovation services de laboratoire et diagnostic  
recherche surveillance de l'état de santé de la population

[www.inspq.qc.ca](http://www.inspq.qc.ca)