

Vagues de chaleur extrême et chaleur estivale au Québec : impacts sur la santé de 2010 à 2024

SURVEILLANCE ET VIGIE

MARS 2025

RAPPORT DE SURVEILLANCE

AUTEURS ET AUTRICE

Félix Lamothe, conseiller scientifique
Marjolaine Dubé, conseillère scientifique
Jérémie Boudreault, stagiaire doctoral
Ray Bustinza, conseiller scientifique
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

SOUS LA COORDINATION DE

Jean-Bernard Gamache, chef d'unité scientifique
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

RÉVISION

Stéphane Perron, médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive
Institut national de santé publique du Québec

Philippe Robert, médecin spécialiste en santé publique et médecine préventive
Centre intégré universitaire de santé et de services sociaux de la Capitale-Nationale

Robin Lagarrigue, chargé d'études scientifiques
Santé publique France

Les réviseurs ont été conviés à apporter des commentaires sur la version préfinale de ce document et en conséquence, n'en ont pas révisé ni endossé le contenu final.

Les auteurs, l'autrice ainsi que les membres du comité scientifique et les réviseurs ont dûment rempli leurs déclarations d'intérêts et aucune situation à risque de conflits d'intérêts réels, apparents ou potentiels n'a été relevée.

RELECTURE ET MISE EN PAGE

Aurélié Franco, agente administrative
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

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 ou en écrivant un courriel à : droits.dauteur.inspq@inspq.qc.ca.

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

Dépôt légal – 2^e trimestre 2025
Bibliothèque et Archives nationales du Québec
ISBN : 978-2-555-01117-5 (PDF)

© Gouvernement du Québec (2025)

AVANT-PROPOS

L'Institut national de santé publique du Québec est le centre d'expertise et de référence en matière de santé publique au Québec. Sa mission est de soutenir le ministre de la Santé et des Services sociaux dans sa mission de santé publique. L'Institut a également comme mission, dans la mesure déterminée par le mandat que lui confie le ministre, de soutenir Santé Québec, la Régie régionale de la santé et des services sociaux du Nunavik, le Conseil cri de la santé et des services sociaux de la Baie James et les établissements, dans l'exercice de leur mission de santé publique.

La collection *Surveillance et vigie* rassemble sous une même bannière une variété de productions scientifiques visant la caractérisation de la santé de la population et de ses déterminants, ainsi que l'analyse des menaces et des risques à la santé et au bien-être.

Le présent rapport de surveillance vise à brosser un portrait des impacts sanitaires associés à la chaleur au Québec, du point de vue des décès, des hospitalisations, des admissions à l'urgence et des transports ambulanciers. Le rapport permet d'observer les tendances annuelles ainsi que les variations régionales de ces impacts sanitaires.

Il a été élaboré à la demande du ministère de la Santé et des Services sociaux et s'adresse aux acteurs de la santé publique régionaux et provinciaux qui œuvrent dans la prévention des impacts sanitaires des vagues de chaleur extrême ainsi qu'à leurs partenaires.

TABLE DES MATIÈRES

| | |
|--|-------------|
| LISTE DES TABLEAUX | VI |
| LISTE DES FIGURES | VII |
| LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES | VIII |
| FAITS SAILLANTS | 1 |
| SOMMAIRE | 2 |
| 1 CONTEXTE | 5 |
| 2 MÉTHODOLOGIE | 7 |
| 2.1 Bilan des vagues de chaleur extrême | 7 |
| 2.1.1 Définition de vague de chaleur extrême | 7 |
| 2.1.2 Données sanitaires et de population | 9 |
| 2.1.3 Données météorologiques | 9 |
| 2.1.4 Analyses statistiques..... | 9 |
| 2.2 Bilan de la chaleur estivale..... | 10 |
| 2.2.1 Définition de la chaleur estivale..... | 10 |
| 2.2.2 Données sanitaires | 11 |
| 2.2.3 Données météorologiques | 11 |
| 2.2.4 Analyses statistiques..... | 11 |
| 3 RÉSULTATS | 13 |
| 3.1 Bilan des vagues de chaleur extrême (2023-2024)..... | 13 |
| 3.1.1 Vagues de chaleur extrême au Québec en 2023 et en 2024 | 13 |
| 3.1.2 Impacts sur les décès | 15 |
| 3.1.3 Impacts sur les hospitalisations..... | 17 |
| 3.1.4 Impacts sur les transports ambulanciers | 19 |
| 3.1.5 Impacts sur les admissions à l'urgence | 21 |
| 3.2 Bilan des vagues de chaleur extrême (2010-2024)..... | 23 |
| 3.2.1 Vagues de chaleur extrême au Québec entre 2010 et 2024..... | 23 |
| 3.2.2 Impacts sur les décès entre 2010 et 2024 | 24 |
| 3.3 Bilan de la chaleur estivale (2010-2024)..... | 26 |
| 3.3.1 Impact sur les décès par année (ensemble du Québec)..... | 26 |

| | | |
|-----------------|--|-----------|
| 3.3.2 | Impacts sur les décès par région (2010-2024)..... | 27 |
| 4 | DISCUSSION..... | 28 |
| 4.1 | Bilan des vagues de chaleur extrême | 28 |
| 4.2 | Bilan de la chaleur estivale..... | 30 |
| 4.3 | Limites et perspectives | 31 |
| 5 | CONCLUSION..... | 33 |
| | BIBLIOGRAPHIE..... | 34 |
| ANNEXE 1 | ANALYSES STATISTIQUES UTILISÉES POUR LE BILAN DES VAGUES DE CHALEUR EXTRÊME | 36 |
| ANNEXE 2 | RÉSULTATS SUPPLÉMENTAIRES..... | 39 |

LISTE DES TABLEAUX

| | | |
|--------------|--|----|
| Tableau 1 | Comparaison des approches d'analyse des impacts sanitaires liés à la chaleur extrême et à la chaleur estivale dans le cadre des bilans de l'INSPQ..... | 6 |
| Tableau 2 | Valeurs seuils de chaleur extrême et stations météorologiques de référence par région sociosanitaire selon la période en vigueur | 8 |
| Tableau 3 | Vagues de chaleur extrême en 2023 et en 2024 par région sociosanitaire | 14 |
| Tableau 4 | Impacts des vagues de chaleur extrême sur les décès – Étés 2023 et 2024 | 16 |
| Tableau 5 | Impacts des vagues de chaleur extrême sur les hospitalisations – Étés 2023 et 2024..... | 18 |
| Tableau 6 | Impacts des vagues de chaleur extrême sur les transports ambulanciers – Étés 2023 et 2024 | 20 |
| Tableau 7 | Impacts des vagues de chaleur extrême sur les admissions à l'urgence – Étés 2023 et 2024 | 22 |
| Tableau A2-1 | Mortalité associée aux vagues de chaleur extrême par année entre 2010 et 2024 (ensemble du Québec)..... | 39 |
| Tableau A2-2 | Mortalité associée aux vagues de chaleur extrême par RSS (de 2010 à 2024)..... | 40 |
| Tableau A2-3 | Mortalité associée à la chaleur estivale par année entre 2010 et 2024 (ensemble du Québec) | 41 |
| Tableau A2-4 | Mortalité annuelle associée à la chaleur estivale par RSS (de 2010 à 2024)..... | 42 |

LISTE DES FIGURES

| | | |
|----------|---|----|
| Figure 1 | Nombre annuel de vagues de chaleur extrême régionales | 23 |
| Figure 2 | Rapport de taux bruts de décès lors des vagues de chaleur extrême par année (ensemble du Québec)..... | 24 |
| Figure 3 | Rapport de taux bruts de décès lors des vagues de chaleur extrême par RSS (de 2010 à 2024) | 25 |
| Figure 4 | Nombre de décès attribuables à la chaleur estivale pour l'ensemble du Québec, par année..... | 26 |
| Figure 5 | Fraction attribuable des décès associés à la chaleur estivale par région socio-sanitaire, de 2010 à 2024 | 27 |

LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

| | |
|--------|--|
| DLNM | Modèles non linéaires à délais distribués (<i>Distributed lag non-linear models</i>) |
| ECCC | Environnement et Changement climatique Canada |
| INRS | Institut national de la recherche scientifique |
| INSPQ | Institut national de santé publique du Québec |
| MSSS | Ministère de la Santé et des Services sociaux |
| RED | Registre des événements démographiques |
| RSS | Région sociosanitaire |
| RT | Rapport de taux |
| RQSUCH | Relevé quotidien de la situation à l'urgence et au centre hospitalier |
| SIGDU | Système d'information et de gestion des urgences |
| TB | Taux brut |

FAITS SAILLANTS

- Une vague de chaleur extrême est définie comme une période d'au minimum trois jours consécutifs pendant laquelle les moyennes mobiles sur trois jours des températures maximales et minimales atteignent les valeurs seuils de chaleur extrême spécifiques à chaque région sociosanitaire.
- Entre 2010 et 2024, seules les années 2017 et 2022 n'ont pas connu de vagues de chaleur extrême. Des excès de mortalité statistiquement significatifs ont été observés à l'échelle du Québec lors des vagues de chaleur extrême de 2010, de 2011, de 2018, de 2020 et de 2024.
- En 2023 et en 2024, 13 vagues de chaleur extrême régionales sont survenues au Québec. Les vagues de chaleur extrême sont survenues dans 10 régions du Québec. La région la plus touchée est l'Outaouais (quatre vagues, 16 jours au total).
- Dans l'ensemble, les taux de mortalité durant les vagues de chaleur extrême des étés 2023 et 2024 sont supérieurs à ceux observés aux mêmes périodes lors des années précédentes. Un excès de mortalité statistiquement significatif de 29 % (IC 95 % : 1,01-1,66) a été mesuré pour la région de Lanaudière en juin 2024.
- Les taux d'hospitalisations, de transports ambulanciers et d'admission à l'urgence durant les vagues de chaleur extrême des étés 2023 et 2024 sont demeurés similaires à ceux observés aux mêmes périodes lors des années précédentes pour la majorité des vagues de chaleur extrême. Cependant, certaines vagues de chaleur extrême régionales ont démontré des excès statistiquement significatifs par rapport aux valeurs attendues.
- La mortalité associée à la chaleur estivale, et non uniquement celle associée aux vagues de chaleur extrême, constitue une nouveauté par rapport aux éditions précédentes de ce bilan. Les résultats des deux méthodologies démontrent une cohérence dans les régions sociosanitaires les plus touchées et les années pour lesquelles les impacts sur la mortalité ont été les plus importants.
- L'analyse de la mortalité associée à la chaleur estivale révèle qu'en moyenne, au Québec, on estime 623 décès attribuables à la chaleur estivale par année. Entre 2010 et 2024, l'année comptant le plus de décès attribuables est l'année 2018, avec 943 décès estimés.
- Les années 2023 et 2024 ont connu respectivement 621 et 841 décès attribuables à la chaleur estivale dans l'ensemble des régions du Québec.
- L'analyse de la mortalité associée à la chaleur estivale révèle également que la région de Montréal est celle qui compte la plus grande proportion de décès attribuables à la chaleur par rapport aux autres régions pour la période de 2010-2024.
- Autant pour les analyses relatives à la chaleur extrême que pour la chaleur estivale, il est important de considérer que la chaleur n'est généralement pas la cause unique des décès, mais plutôt un facteur contributif.

SOMMAIRE

Les vagues de chaleur ont des conséquences bien connues sur la santé de la population, et vont augmenter en contexte de changements climatiques. Depuis 2010, l'Institut national de santé publique du Québec produit des bilans de surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé au Québec. Ces bilans visent à estimer les impacts sanitaires des vagues de chaleur à l'échelle régionale, du point de vue des décès, des hospitalisations, des transports ambulanciers et des admissions à l'urgence.

Ce rapport porte principalement sur les saisons estivales de 2023 et de 2024, mais propose également un retour sur les 15 dernières années (2010-2024).

Méthodologie

Les données de mortalité utilisées dans le cadre de ce rapport sont tirées du fichier des décès du Registre des événements démographiques, alors que les données utilisées pour documenter les hospitalisations, les transports ambulanciers et les admissions à l'urgence proviennent du Système d'information et de gestion des urgences. Les données météorologiques proviennent d'Environnement et Changement climatique Canada.

Les données météorologiques ont permis d'identifier des épisodes de vagues de chaleur extrême, selon les seuils en vigueur dans chaque région sociosanitaire. Pour estimer les impacts des vagues de chaleur sur la santé, les taux bruts des différents indicateurs sanitaires pendant les vagues de chaleur ont été comparés aux taux bruts observés lors de périodes de référence lors des années précédentes en calculant des rapports de taux. L'analyse du rapport de taux et des intervalles de confiance à 95 % permet d'identifier des vagues de chaleur extrême pour lesquelles des excès de certains indicateurs sanitaires sont détectés. Une estimation du nombre d'événements en excès a été calculée à titre indicatif, en soustrayant au nombre d'événements observés le nombre d'événements attendus.

En plus de ces analyses habituelles sur l'impact des vagues de chaleur extrême, le présent bilan introduit un nouveau concept par rapport aux éditions précédentes, celui de la mortalité attribuable à la chaleur estivale. Cette nouvelle approche vise à estimer des impacts sanitaires qui ne se limitent pas aux vagues de chaleur extrême, mais plutôt à l'impact des températures élevées sur la santé durant tout l'été. Des modèles non linéaires à délai distribués (*Distributed Lag non-linear models*) ont été élaborés afin de modéliser la relation non linéaire entre les températures et la mortalité par région, et d'estimer un risque relatif de mortalité associé à une température moyenne quotidienne donnée, sur la base des données de 1996 à 2019. Pour chaque région sociosanitaire, la fraction des décès attribuables à la chaleur ainsi que le nombre de décès attribuables ont été estimés. Les résultats ont été agrégés pour l'ensemble du Québec par année, ainsi que par région pour la période 2010-2024.

Résultats

Vagues de chaleur extrême :

- Entre 2010 et 2024, seules les années 2017 et 2022 n'ont pas connu de vagues de chaleur extrême.
- Durant les années 2023 et 2024, 13 vagues de chaleur extrême régionales sont survenues au Québec. Les vagues de chaleur extrême sont survenues dans 10 régions du Québec. La région la plus touchée est l'Outaouais (quatre vagues, 16 jours au total).

Bilan sanitaire des vagues de chaleur extrême :

- Dans l'ensemble, les taux de mortalité durant les vagues de chaleur extrême des étés 2023 et 2024 sont supérieurs à ceux observés aux mêmes périodes lors des années précédentes. Un excès de mortalité statistiquement significatif de 29 % (IC 95 % : 1,01-1,66) a été mesuré pour la région de Lanaudière en juin 2024.
- Les taux d'hospitalisations, de transports ambulanciers et d'admission à l'urgence durant les vagues de chaleur extrême des étés 2023 et 2024 sont demeurés similaires à ceux observés aux mêmes périodes lors des années précédentes pour la majorité des vagues de chaleur extrême. Cependant, certaines vagues de chaleur extrême régionales ont démontré des excès statistiquement significatifs par rapport aux valeurs attendues.

Bilan sanitaire de la chaleur estivale :

- Pour la période 2010 à 2024, on estime à 623 le nombre de décès attribuables à la chaleur estivale par année au Québec. L'année comptant le plus de décès attribuables à la chaleur est l'année 2018, avec 943 décès estimés.
- Les années 2023 et 2024 ont connu respectivement 621 et 841 décès attribuables à la chaleur estivale dans l'ensemble des régions du Québec.
- L'analyse de la mortalité associée à la chaleur estivale révèle que la région de Montréal est celle qui compte la plus grande proportion de décès attribuables à la chaleur par rapport aux autres régions pour la période 2010-2024.

Discussion et conclusion

Les résultats présentés dans ce rapport indiquent que la chaleur extrême continue d'avoir des impacts importants sur la santé, surtout au niveau de la mortalité, et soulignent la pertinence des interventions de la santé publique menées au niveau régional. Les taux de mortalité observés durant les vagues de chaleur extrême de 2023 et 2024 sont supérieurs à ceux observés aux mêmes périodes lors des années précédentes, alors que les taux d'hospitalisations, de transports ambulanciers et d'admission à l'urgence sont demeurés en général similaires. L'analyse des impacts de la chaleur estivale, une nouveauté par rapport aux éditions précédentes de ce bilan, permet d'estimer que 623 décès par année en moyenne seraient attribuables à la chaleur estivale pour la période 2010-2024.

Les conclusions de ce rapport présentent certaines limites. Par exemple, les analyses présentées sont de nature écologique et considèrent l'ensemble des causes pour les indicateurs de mortalité et de morbidité. Les résultats ne permettent donc pas d'établir le lien avec la chaleur au niveau individuel, contrairement aux approches d'enquêtes épidémiologiques typiquement utilisées par les directions régionales de santé publique. D'ailleurs, il est important de considérer que la chaleur n'est généralement pas la cause unique des décès, mais plutôt un facteur contributif. Plusieurs pistes d'amélioration des prochains bilans sont discutées dans le rapport, telles que des analyses selon le groupe d'âge ou selon des causes de décès spécifiques.

1 CONTEXTE

Depuis 2010, l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) produit des bilans de surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé au Québec. Ces bilans visent à estimer les impacts sanitaires des vagues de chaleur à l'échelle régionale. Ce rapport porte principalement sur les saisons estivales de 2023 et de 2024, et propose un retour sur les 15 dernières années (2010-2024).

En plus des analyses habituelles sur les vagues de chaleur extrême, le présent bilan introduit un nouveau concept par rapport aux éditions précédentes, celui de la mortalité attribuable à la chaleur estivale. Cette nouvelle approche vise à estimer des impacts sanitaires qui ne se limitent pas aux vagues de chaleur extrême, mais plutôt à l'impact des températures élevées sur la santé durant tout l'été. La méthodologie, internationalement reconnue (Gasparrini *et al.*, 2015), s'inspire des travaux réalisés par d'autres organisations de santé publique à travers le monde (Santé publique France, 2024; UKHSA, 2024). Celle-ci a été appliquée aux données du Québec dans des travaux de recherche récents menés par l'Institut national de la recherche scientifique (INRS), en collaboration avec l'INSPQ et Santé Canada (Boudreault *et al.*, 2024).

L'analyse des impacts de la chaleur extrême et de la chaleur estivale est complémentaire. Les analyses relatives aux vagues de chaleur extrême, publiées par l'INSPQ depuis 2010, renseignent sur les impacts observés lors des vagues de chaleur extrême uniquement, en comparant les taux de décès, de transports ambulanciers, d'admission à l'urgence et d'hospitalisation à des périodes de référence afin d'évaluer si des excès sont identifiés. Un avantage de ces analyses est qu'elles sont orientées autour des périodes pour lesquelles des interventions de la santé publique ont été menées, en vertu de l'activation des plans d'intervention régionaux et provinciaux.

Les analyses relatives à la chaleur estivale constituent une nouveauté dans ce présent bilan. Par une approche de modélisation des effets sanitaires de la température quotidienne (Boudreault *et al.*, 2024), ces analyses renseignent sur le fardeau total de la chaleur sur la mortalité durant l'été et ne se limitent pas aux vagues de chaleur extrême. En effet, les vagues de chaleur extrême représentent des périodes pour lesquelles des impacts importants sur la santé de la population sont appréhendés, mais il est connu que des impacts sur la santé peuvent survenir même lorsque les seuils régionaux de chaleur extrême ne sont pas atteints. Un résumé des principales différences entre les deux approches est présenté ci-dessous (tableau 1 p. 6). Autant pour les analyses relatives à la chaleur extrême que pour la chaleur estivale, il est important de considérer que la chaleur n'est généralement pas la cause unique des décès, mais plutôt un facteur contributif. Dans le cadre de cette nouvelle méthodologie, le terme de décès « attribuable » sera utilisé dans de ce rapport, mais celui-ci ne doit pas être interprété comme des décès pour lesquels la cause unique est la chaleur.

Tableau 1 Comparaison des approches d'analyse des impacts sanitaires liés à la chaleur extrême et à la chaleur estivale dans le cadre des bilans de l'INSPQ

| Chaleur extrême | Chaleur estivale |
|--|--|
| <ul style="list-style-type: none">• Depuis 2010.• Mesure les impacts survenus lors d'épisodes de chaleur extrême uniquement.• Utilise les températures quotidiennes minimales et maximales.• Basé sur la comparaison des taux (ex. : décès) entre les épisodes de chaleur extrême et une période de référence.• Estime la présence ou non d'excès dans les taux durant les épisodes de chaleur extrême (ex. : surmortalité). | <ul style="list-style-type: none">• Nouveauté.• Mesure l'impact de la chaleur durant tout l'été (du 1^{er} mai au 30 septembre).• Utilise les températures quotidiennes moyennes.• Basé sur une modélisation de l'impact de la température sur la mortalité.• Estime le fardeau sanitaire attribuable à la chaleur (c.-à-d. les températures élevées). |

2 MÉTHODOLOGIE

La présente section décrit la méthodologie utilisée dans ce rapport. La méthodologie utilisée pour les analyses liées aux vagues de chaleur extrême (2.1) et celle utilisée pour les analyses liées à la chaleur estivale (2.2) sont présentées dans des sections distinctes.

2.1 Bilan des vagues de chaleur extrême

2.1.1 Définition de vague de chaleur extrême

Une vague de chaleur extrême est définie comme une période d'au minimum trois jours consécutifs pendant laquelle les moyennes mobiles sur trois jours des températures maximales et minimales, observées aux stations météorologiques de référence des différentes régions sociosanitaires (RSS), atteignent les valeurs seuils de chaleur extrême. De premiers seuils utilisés de 2010 à 2017 ont été établis à la suite d'une étude de l'INRS et de l'INSPQ analysant les liens entre la surmortalité et la température quotidienne (Chebana *et al.*, 2013). Une mise à jour de cette étude en 2017 a permis d'établir de nouveaux seuils pour 2018 et les années suivantes (INRS, 2018). Le tableau 2 (p. 8) présente les seuils de chaleur extrême ainsi que les stations météorologiques de référence en vigueur selon l'année.

Tableau 2 Valeurs seuils de chaleur extrême et stations météorologiques de référence par région sociosanitaire selon la période en vigueur

| Région sociosanitaire | Période en vigueur | Valeurs seuils de chaleur extrême | | Station météorologique de référence |
|------------------------------------|--------------------|-----------------------------------|-----------------|-------------------------------------|
| | | Temp. max. (°C) | Temp. min. (°C) | |
| 01 – Bas-Saint-Laurent | 2010-2018 | 31 | 16 | Amqui |
| | 2019 – Aujourd’hui | 31 | 16 | Causapsal |
| 02 – Saguenay–Lac-Saint-Jean | 2010-2017 | 31 | 16 | Bagotville |
| | 2018 – Aujourd’hui | 31 | 18 | |
| 03 – Capitale-Nationale | 2010-2017 | 31 | 16 | Jean-Lesage |
| | 2018 – Aujourd’hui | 31 | 18 | |
| 04 – Mauricie–Centre-du-Québec | 2010 – Aujourd’hui | 31 | 18 | Nicolet |
| 05 – Estrie | 2010 – Aujourd’hui | 31 | 18 | Lennoxville |
| 06 – Montréal | 2010 – Aujourd’hui | 33 | 20 | Pierre-Elliott-Trudeau |
| 07 – Outaouais | 2010 – Aujourd’hui | 31 | 18 | Ottawa |
| 08 – Abitibi-Témiscamingue | 2010-2017 | 31 | 16 | Val-d’Or |
| | 2018 – Aujourd’hui | 31 | 18 | |
| 09 – Côte-Nord | 2010 – Aujourd’hui | 31 | 16 | Baie-Comeau |
| 10 – Nord-du-Québec | 2010 – Aujourd’hui | 31 | 16 | Matagami |
| 11 – Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine | 2010 – Aujourd’hui | 31 | 16 | Gaspé |
| 12 – Chaudière-Appalaches | 2010 – Aujourd’hui | 31 | 18 | Beauceville |
| 13 – Laval | 2010 – Aujourd’hui | 33 | 20 | Pierre-Elliott-Trudeau |
| 14 – Lanaudière | 2010 – Aujourd’hui | 33 | 20 | L’Assomption |
| 15 – Laurentides | 2010 – Aujourd’hui | 33 | 20 | Lachute |
| 16 – Montérégie | 2010 – Aujourd’hui | 33 | 20 | Saint-Hubert |
| 17 – Nunavik | 2010 – Aujourd’hui | 31 | 16 | <i>Il n’y a pas de station</i> |
| 18 – Terres-Cries-de-la-Baie-James | 2010 – Aujourd’hui | 31 | 16 | Matagami |

2.1.2 Données sanitaires et de population

Les nombres de décès quotidiens par RSS de résidence sont tirés du fichier des décès du Registre des événements démographiques (RED) (données fermées pour les années 2005 à 2021 et données provisoires pour les années 2022 à 2024). Ces données ont été extraites le 7 novembre 2024. Les données d'hospitalisation, de transports ambulanciers et d'admission à l'urgence selon la RSS de résidence sont tirées du Système d'information et de gestion des urgences (SIGDU). Il est à noter que dans les bilans précédents, les hospitalisations étaient extraites du Relevé quotidien de la situation à l'urgence et au centre hospitalier (RQSUCH)¹. En raison de la transition vers le SIGDU pour les données d'hospitalisation, seuls les patients inscrits à l'urgence avant d'être hospitalisés sont considérés. Les données de population proviennent des projections démographiques diffusées par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) (Ministère de la Santé et des Services sociaux, 2024).

Pour chacune des sources de données, l'ensemble des causes ont été retenues pour la réalisation des analyses. Cette inclusion touche, par exemple, les décès liés à la COVID-19, qui ont été inclus à la suite d'analyses de sensibilité qui permettaient de constater un faible impact de l'inclusion de ces décès dans les résultats présentés dans ce rapport pour la période de 2020 à 2024.

2.1.3 Données météorologiques

Les données météorologiques quotidiennes, plus précisément les minimums et les maximums de température quotidiens, proviennent d'Environnement et Changement climatique Canada (ECCC), selon les stations présentées au tableau 2 (p. 8).

2.1.4 Analyses statistiques

Afin de tenir compte de la chronologie des impacts sur la santé, les périodes d'analyse des impacts des vagues de chaleur extrême (décrites comme périodes à l'étude pour la suite du texte) comprennent les périodes de vagues de chaleur extrême auxquelles sont ajoutés les trois jours subséquents. En effet, le pic de mortalité apparaît habituellement de un à trois jours après l'atteinte de la température maximale (Ishigami *et al.*, 2008). Lorsque plusieurs vagues de chaleur (incluant l'ajout des trois jours) se chevauchent, celles-ci sont combinées en une seule vague de chaleur extrême.

Pour estimer les impacts des vagues de chaleur sur la santé, les taux bruts des différents indicateurs sanitaires pendant les périodes à l'étude (périodes de vagues de chaleur extrême + les trois jours subséquents) ont été comparés aux taux bruts observés lors de périodes de référence par des rapports de taux (RT). Des rapports de taux supérieurs à 1

¹ Les données disponibles dans le RQSUCH sont des comptes quotidiens d'hospitalisation fournis par installation. Il n'était pas possible de faire les analyses selon la RSS de résidence. Le SIGDU permet d'obtenir plusieurs informations sur chacun des patients ayant passé par l'urgence, dont la RSS de résidence. De plus, les données du RQSUCH ne sont pas validées.

indiquent que les taux bruts des différents indicateurs sanitaires sont supérieurs lors des périodes à l'étude par rapport aux périodes de référence. L'analyse du rapport de taux et des intervalles de confiance à 95 % permet d'identifier des vagues de chaleur extrême pour lesquelles des excès de certains indicateurs sanitaires sont détectés. Une estimation du nombre d'événements en excès a été calculée à titre indicatif, en soustrayant au nombre d'événements observés le nombre d'événements attendus, en se basant sur le taux observé durant la période de référence.

Les périodes de référence sont issues des cinq années qui précèdent une vague de chaleur. Plus précisément, elles sont sélectionnées de sorte qu'elles correspondent aux dates avec les mêmes jours de la semaine les plus proches de la période à l'étude. Les périodes de référence ne doivent pas comporter de vagues de chaleur extrême. Pour cette raison, certaines années peuvent être exclues de ces périodes. En raison des impacts possibles en lien avec le contexte de la pandémie de COVID-19 sur l'utilisation des soins de santé, l'année 2020 n'a pas été incluse dans les périodes de comparaison.

Davantage de détails sur les formules utilisées pour ces analyses sont présentés à l'annexe 1.

2.2 Bilan de la chaleur estivale

La présente section introduit la méthodologie utilisée pour le bilan de la chaleur estivale, qui constitue une nouveauté dans les bilans annuels de l'INSPQ. Un résumé de celle-ci est présenté dans la prochaine section, alors que la méthodologie détaillée est présentée dans l'article original (Boudreault *et al.*, 2024).

2.2.1 Définition de la chaleur estivale

Le bilan de la mortalité associée à la chaleur estivale, tel que défini dans ce rapport, réfère au fardeau global de la chaleur sur la mortalité au cours d'un été, soit du 1^{er} mai au 30 septembre. Ces analyses diffèrent donc des analyses des impacts de la chaleur extrême qui ne couvrent que les vagues de chaleur extrême. Brièvement, des modèles non linéaires à délai distribués (*Distributed lag non-linear models*, DLNM) ont été élaborés afin de modéliser la relation non linéaire entre les températures et la mortalité par RSS, et d'estimer un risque relatif de mortalité associé à une température moyenne quotidienne donnée, sur la base des données de 1996 à 2019. À l'aide de cette modélisation, une « température de mortalité minimale » pour la période estivale a été identifiée, qui représente la température à laquelle le risque le plus faible sur la santé est observé en période estivale (c.-à-d. du 1^{er} mai au 30 septembre). Dans le cadre de ce rapport, la mortalité associée à la chaleur estivale représente la mortalité associée aux jours dont la température excède la température de mortalité minimale et qu'un excès significatif de décès est noté.

2.2.2 Données sanitaires

Les données de mortalité quotidiennes utilisées pour le calcul des décès attribuables à la chaleur estivale sont les mêmes que pour les analyses des vagues de chaleur, de 2010 à 2024.

Cependant, les relations entre les températures et la mortalité (voir section 2.2.4) sont réutilisées directement à partir de l'étude originale, qui couvrent plutôt les décès survenus durant la période de 1996 à 2019 (Boudreault *et al.*, 2024).

2.2.3 Données météorologiques

Les relations entre les températures et la mortalité ont été développées avec les données météorologiques quotidiennes en grille de 1 km × 1 km de Daymet (Thornton *et al.*, 2014), pondérées par la population (Boudreault *et al.*, 2024). Or, les données de Daymet ne sont pas disponibles pour l'année 2024. Ainsi, il a plutôt été décidé d'utiliser les données d'ECCC pour l'ensemble de la période de 2010 à 2024, comme cela est fait pour l'analyse des vagues de chaleur extrême. Plus précisément les températures moyennes quotidiennes provenant d'ECCC ont été utilisées.

Comme cette analyse repose sur tous les jours de la période estivale (de mai à septembre), des données complètes de températures sont nécessaires. Ainsi, pour les jours où les données d'ECCC étaient manquantes, les données ont été imputées à partir du jeu de données ERA5-Land² (Muñoz-Sabater *et al.*, 2021), pour les points de grille correspondant à la position de la station d'ECCC de référence (tableau 1 p. 6). Sur l'ensemble de la période et des régions, les données imputées représentent 6,5 % de l'échantillon total.

Finalement, une correction de biais a été appliquée aux données quotidiennes d'ECCC afin que celles-ci reproduisent les valeurs historiques observées des données Daymet par région avec lesquelles les relations chaleur-mortalité ont été développées. Cette correction a été effectuée avec la méthode d'Hempel pour la période commune de 2010-2021 (Hempel *et al.*, 2013).

2.2.4 Analyses statistiques

Une relation entre les températures quotidiennes moyennes des sept derniers jours et la mortalité quotidienne a été développée avec le modèle DLNM pour chacune des RSS. Les modèles par RSS ont été ajustés pour l'humidité relative, les tendances journalières (jours de la semaine et jours fériés), saisonnières et à long terme. Une métrarégression a ensuite été effectuée avec les résultats de chacune des RSS afin de réduire l'incertitude dans ces relations développées à l'échelle des régions. Les relations développées dans l'article original ont été directement réutilisées dans le présent rapport (Boudreault *et al.*, 2024). Les RSS du Nord-du-Québec, du Nunavik et des Terres-Cries-de-la-Baie-James ont été exclues de cette analyse en

² ERA5-Land est un jeu de données météorologiques par grille, issu de la réanalyse de différentes sources de données (ex. : stations météorologiques, images satellitaires). Les données sont disponibles à l'échelle temporelle horaire et par pixel, d'environ 9 km par 9 km.

raison du faible nombre de décès quotidiens, ne permettant pas de modéliser la relation température-mortalité pour ces régions.

Pour chaque RSS, la fraction des décès attribuables à la chaleur pour chaque jour a été estimée à partir du risque relatif associé à la température du jour. Puis, le nombre de décès attribuables à la chaleur à chaque jour a été estimé en multipliant la fraction attribuable par le nombre de décès quotidiens. Finalement, le total du nombre de décès attribuables à la chaleur a été estimé en additionnant le nombre de décès attribuables pour les jours où la température dépassait la température de mortalité minimale. Les résultats ont été agrégés pour l'ensemble du Québec par année ainsi que par région pour la période de 2010-2024. Des intervalles de confiance à 95 % ont été dérivées à partir de simulations de type Monte Carlo (Boudreault *et al.*, 2024).

3 RÉSULTATS

3.1 Bilan des vagues de chaleur extrême (2023-2024)

3.1.1 Vagues de chaleur extrême au Québec en 2023 et en 2024

Les étés 2023 et 2024 ont été touchés par un total de 13 vagues de chaleur extrême. À l'été 2023, deux vagues de chaleur extrême sont survenues, uniquement dans la région de l'Outaouais. À l'été 2024, 11 vagues de chaleur extrême sont survenues dans 10 RSS. Notamment, une vague de chaleur particulièrement importante a été identifiée en 2024, débutant majoritairement le 18 juin 2024, pour laquelle sept RSS ont été touchées. Les dates de début de l'ensemble des vagues, leur durée et les températures observées au cours de celles-ci sont présentées dans le tableau 3 (p. 14).

Tableau 3 Vagues de chaleur extrême en 2023 et en 2024 par région sociosanitaire

| Région sociosanitaire ^A | Date de début de la vague | Durée (jours) | Moyenne des températures ^B | |
|------------------------------------|---------------------------|---------------|---------------------------------------|-----------|
| | | | Min. (°C) | Max. (°C) |
| Été 2023 | | | | |
| 07 – Outaouais ^C | 2023-07-04 | 4 | 18,7 | 31,7 |
| 07 – Outaouais | 2023-09-04 | 4 | 18,4 | 31,4 |
| Été 2024 | | | | |
| 02 – Saguenay–Lac-Saint-Jean | 2024-07-14 | 3 | 18,9 | 31,4 |
| 03 – Capitale-Nationale | 2024-08-01 | 3 | 18,2 | 31,3 |
| 04 – Mauricie–Centre-du-Québec | 2024-06-18 | 3 | 19,9 | 32,1 |
| 06 – Montréal | 2024-06-18 | 3 | 22,7 | 33,1 |
| 07 – Outaouais | 2024-06-17 | 4 | 18,7 | 31,6 |
| 07 – Outaouais | 2024-08-01 | 4 | 19,2 | 31,6 |
| 11 – Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine | 2024-07-29 | 3 | 17,4 | 31,6 |
| 12 – Chaudière-Appalaches | 2024-06-18 | 3 | 18,2 | 31,9 |
| 13 – Laval | 2024-06-18 | 3 | 22,7 | 33,1 |
| 14 – Lanaudière | 2024-06-18 | 3 | 20,9 | 33,8 |
| 16 – Montérégie | 2024-06-18 | 3 | 21,1 | 34,0 |

^A Les unités d'analyse de cette compilation sont les RSS. Il est donc possible que plusieurs vagues de chaleur à l'échelle des RSS soient la conséquence d'une seule vague de chaleur balayant le Québec. Par exemple, la vague de chaleur provinciale commençant le 18 juin 2024 a touché sept RSS.

^B Ces moyennes sont montrées à titre indicatif seulement. Elles sont différentes des *moyennes mobiles* utilisées pour repérer les vagues de chaleur. Ainsi, il est possible qu'elles soient inférieures aux seuils de chaleur extrême.

^C Pour les analyses des impacts des vagues de chaleur extrême sur la mortalité et la morbidité, l'année 2018 a été retirée de la période de référence, puisque celle-ci coïncidait avec une autre vague de chaleur.

3.1.2 Impacts sur les décès

Pour les étés 2023 et 2024, l'analyse des décès toutes causes montre des rapports de taux supérieurs à 1 pour 12 des 13 vagues de chaleur extrême (tableau 4 p. 16), qui révèlent des excès de mortalité lors des vagues de chaleur extrême par rapport aux périodes de comparaison. Parmi celles-ci, on en dénombre six pour lesquelles les excès sont de 10 % ou plus ($RT \geq 1,1$). Des excès particulièrement marqués sont identifiés pour certaines vagues de chaleur extrême. Par exemple, la vague de chaleur à Lanaudière en juin 2024 présente un excès de mortalité de 29 % (environ 19 décès durant la période à l'étude) statistiquement significatif (IC 95 % : 1,01-1,66). D'autres vagues présentent des effets importants bien que non statistiquement significatifs, comme celle en Outaouais (juillet 2023) avec un excès de 28 % (environ 16 décès, IC 95 % : 0,97-1,68) et celle du Saguenay–Lac-Saint-Jean (juillet 2024) avec un excès de 19 % (environ huit décès, IC 95 % : 0,87-1,62).

Tableau 4 Impacts des vagues de chaleur extrême sur les décès – Étés 2023 et 2024

| Région socio-santé | Date de début | Nombre moyen de décès par jour | | Taux bruts de décès par jour ^A | | Rapport de taux bruts | | |
|--|------------------|--------------------------------------|-------------------|--|------|-----------------------|-------------|-----------------------|
| | | Vague (+ 3 j.) | Réf. ^B | Vague (+ 3 j.) | Réf. | Vague/ Réf. | IC à 95 % | Valeur-p ^C |
| Été 2023 | | | | | | | | |
| 07 – Outaouais | 2023-07-04 | 10,6 | 8,0 | 2,55 | 1,99 | 1,28 | (0,97-1,68) | 0,0780 |
| 07 – Outaouais | 2023-09-04 | 8,1 | 7,7 | 1,96 | 1,92 | 1,02 | (0,77-1,37) | 0,8689 |
| Été 2024 | | | | | | | | |
| 02 – Saguenay– Lac-Saint-Jean | 2024-07-14 | 8,7 | 7,2 | 3,03 | 2,55 | 1,19 | (0,87-1,62) | 0,2712 |
| 03 – Capitale- Nationale | 2024-08-01 | 19,3 | 16,9 | 2,44 | 2,20 | 1,11 | (0,90-1,36) | 0,3259 |
| 04 – Mauricie– Centre-du- Québec | 2024-06-18 | 16,5 | 15,0 | 2,98 | 2,79 | 1,07 | (0,85-1,33) | 0,5621 |
| 06 – Montréal | 2024-06-18 | 41,3 | 38,2 | 1,95 | 1,85 | 1,05 | (0,91-1,21) | 0,4896 |
| 07 – Outaouais | 2024-06-17 | 9,7 | 8,4 | 2,32 | 2,06 | 1,13 | (0,86-1,48) | 0,3833 |
| 07 – Outaouais | 2024-08-01 | 10,6 | 9,4 | 2,52 | 2,32 | 1,09 | (0,84-1,41) | 0,5229 |
| 11 – Gaspésie– Îles-de-la- Madeleine | 2024-07-29 | 3,2 | 3,0 | 3,41 | 3,31 | 1,03 | (0,62-1,71) | 0,9064 |
| 12 – Chaudière- Appalaches | 2024-06-18 | 12,2 | 10,5 | 2,68 | 2,39 | 1,13 | (0,87-1,46) | 0,3742 |
| 13 – Laval | 2024-06-18 | 7,7 | 7,6 | 1,68 | 1,71 | 0,98 | (0,71-1,35) | 0,9057 |
| 14 – Lanaudière | 2024-06-18 | 14,0 | 10,4 | 2,51 | 1,94 | 1,29 | (1,01-1,66) | 0,0413 |
| 16 – Montérégie | 2024-06-18 | 33,2 | 30,0 | 2,20 | 2,06 | 1,07 | (0,91-1,25) | 0,4082 |

^A Taux brut par 100 000 personnes-jours.

^B Période de référence.

^C Valeur-p de la comparaison des taux bruts pendant la vague de chaleur et la période de référence.

3.1.3 Impacts sur les hospitalisations

Pour l'été 2023, l'analyse des hospitalisations toutes causes montre des rapports de taux inférieurs à 1 pour les deux vagues de chaleur extrême survenues en Outaouais, qui témoigne de taux d'hospitalisation inférieurs lors des vagues de chaleur par rapport aux périodes de référence. Les effets sont les plus marqués pour la vague survenue en septembre 2023, avec une diminution statistiquement significative de 24 % par rapport à la période de référence (IC 95 % : 0,65-0,88) (tableau 5 p. 18).

Pour l'été 2024, l'analyse des rapports de taux et de leurs intervalles de confiance à 95 % suggère que les taux d'hospitalisation ont généralement été similaires lors des vagues de chaleur comparativement aux périodes de référence. En effet, huit des 11 vagues sont associées avec des différences de moins de 10 % ($0,9 < RT < 1,1$) et aucun des résultats n'est statistiquement significatif sur la base des intervalles de confiance à 95 %. On note toutefois quelques vagues pour lesquelles les impacts sanitaires semblent plus importants, par exemple la vague de chaleur en Gaspésie-Îles-de-la-Madeleine en juillet 2024 avec un excès de 13 % (environ 15 hospitalisations, IC 95 % : 0,93-1,37), celle en Outaouais en juin 2024 avec un excès de 12 % (environ 28 hospitalisations, IC 95 % : 0,98-1,29) et celle à Lanaudière en juin 2024 avec un excès de 10 % (environ 42 hospitalisations, IC 95 % : 0,99-1,21) (tableau 5 p. 18).

Tableau 5 Impacts des vagues de chaleur extrême sur les hospitalisations – Étés 2023 et 2024

| Région socio-santitaire | Date de début | Nombre moyen d'hospitalisation par jour | | Taux bruts d'hospitalisation par jour ^A | | Rapport de taux bruts | | |
|--|------------------|---|-------------------|--|-------|-----------------------|-------------|-----------------------|
| | | Vague (+ 3 j.) | Réf. ^B | Vague (+ 3 j.) | Réf. | Vague/ Réf. | IC à 95 % | Valeur-p ^C |
| Été 2023 | | | | | | | | |
| 07 – Outaouais | 2023-07-04 | 26,7 | 32,0 | 6,44 | 7,92 | 0,81 | (0,69-0,96) | 0,0127 |
| 07 – Outaouais | 2023-09-04 | 29,9 | 38,2 | 7,20 | 9,54 | 0,76 | (0,65-0,88) | 0,0002 |
| Été 2024 | | | | | | | | |
| 02 – Saguenay– Lac-Saint-Jean | 2024-07-14 | 49,0 | 48,4 | 17,15 | 17,20 | 1,00 | (0,88-1,13) | 0,9625 |
| 03 – Capitale- Nationale | 2024-08-01 | 96,2 | 87,5 | 12,14 | 11,41 | 1,06 | (0,97-1,17) | 0,1879 |
| 04 – Mauricie– Centre-du- Québec | 2024-06-18 | 92,5 | 90,5 | 16,73 | 16,90 | 0,99 | (0,90-1,09) | 0,8264 |
| 06 – Montréal | 2024-06-18 | 255,0 | 242,1 | 12,02 | 11,76 | 1,02 | (0,97-1,08) | 0,4530 |
| 07 – Outaouais | 2024-06-17 | 36,7 | 31,8 | 8,77 | 7,82 | 1,12 | (0,98-1,29) | 0,1081 |
| 07 – Outaouais | 2024-08-01 | 33,6 | 34,2 | 8,02 | 8,42 | 0,95 | (0,83-1,10) | 0,4979 |
| 11 – Gaspésie– Îles-de-la- Madeleine | 2024-07-29 | 22,0 | 19,3 | 23,70 | 20,99 | 1,13 | (0,93-1,37) | 0,2186 |
| 12 – Chaudière- Appalaches | 2024-06-18 | 54,7 | 54,5 | 12,06 | 12,37 | 0,97 | (0,86-1,10) | 0,6810 |
| 13 – Laval | 2024-06-18 | 55,3 | 56,0 | 12,12 | 12,58 | 0,96 | (0,85-1,09) | 0,5383 |
| 14 – Lanaudière | 2024-06-18 | 80,2 | 70,4 | 14,38 | 13,11 | 1,10 | (0,99-1,21) | 0,0753 |
| 16 – Montérégie | 2024-06-18 | 181,2 | 174,8 | 12,02 | 11,99 | 1,00 | (0,94-1,07) | 0,9333 |

^A Taux brut par 100 000 personnes-jours.

^B Période de référence.

^C Valeur-p de la comparaison des taux bruts pendant la vague de chaleur et la période de référence.

3.1.4 Impacts sur les transports ambulanciers

Pour l'été 2023, l'analyse des transports ambulanciers montre des rapports de taux inférieurs à 1 pour les deux vagues de chaleur extrême survenues en Outaouais, qui témoignent de taux de transports ambulanciers inférieurs lors des vagues de chaleur par rapport aux périodes de référence. Les effets sont les plus marqués pour la vague survenue en juillet 2023, avec une diminution statistiquement significative de 14 % par rapport à la période de référence (IC 95 % : 0,78-0,96) (tableau 6 p. 20).

Pour l'été 2024, l'analyse des rapports de taux et de leurs intervalles de confiance à 95 % suggère que les taux de transports ambulanciers ont généralement été similaires lors des vagues de chaleur comparativement aux périodes de référence. En effet, des rapports de taux supérieurs à 1 ont été identifiés pour six des 11 vagues, mais la plupart des vagues sont associées avec des différences de moins de 10 % ($0,9 < RT < 1,1$). On note cependant un excès de transports ambulanciers statistiquement significatif de 8 % (environ 86 transports ambulanciers) pour la vague de chaleur de la Capitale-Nationale en août 2024 (IC 95 % : 1,01-1,15). On note également un excès non statistiquement significatif de 7 % pour la vague de chaleur en Outaouais en juin 2024 (environ 34 transports ambulanciers, IC 95 % : 0,97-1,17). Enfin, une diminution statistiquement significative de 5 % des taux de transports ambulanciers par rapport aux périodes de référence est observée pour la vague survenue en juin 2024 à Montréal (IC 95 % : 0,91-0,99) (tableau 6 p. 20).

Tableau 6 Impacts des vagues de chaleur extrême sur les transports ambulanciers – Étés 2023 et 2024

| Région sociosanitaire | Date de début | Nombre moyen de transports ambulanciers par jour | | Taux bruts de transports ambulanciers par jour ^A | | Rapport de taux bruts | | |
|------------------------------------|---------------|--|-------------------|---|-------|-----------------------|-------------|-----------------------|
| | | Vague (+ 3 j.) | Réf. ^B | Vague (+ 3 j.) | Réf. | Vague/Réf. | IC à 95 % | Valeur-p ^C |
| Été 2023 | | | | | | | | |
| 07 – Outaouais | 2023-07-04 | 64,4 | 72,8 | 15,54 | 18,05 | 0,86 | (0,78-0,96) | 0,0053 |
| 07 – Outaouais | 2023-09-04 | 69,4 | 69,3 | 16,75 | 17,29 | 0,97 | (0,88-1,07) | 0,5273 |
| Été 2024 | | | | | | | | |
| 02 – Saguenay–Lac-Saint-Jean | 2024-07-14 | 74,3 | 70,0 | 26,01 | 24,91 | 1,04 | (0,94-1,16) | 0,4135 |
| 03 – Capitale-Nationale | 2024-08-01 | 203,2 | 182,9 | 25,64 | 23,84 | 1,08 | (1,01-1,15) | 0,0248 |
| 04 – Mauricie–Centre-du-Québec | 2024-06-18 | 143,7 | 135,9 | 25,98 | 25,38 | 1,02 | (0,95-1,10) | 0,5399 |
| 06 – Montréal | 2024-06-18 | 399,5 | 409,2 | 18,83 | 19,88 | 0,95 | (0,91-0,99) | 0,0172 |
| 07 – Outaouais | 2024-06-17 | 76,0 | 69,1 | 18,15 | 17,00 | 1,07 | (0,97-1,17) | 0,1828 |
| 07 – Outaouais | 2024-08-01 | 69,0 | 68,4 | 16,48 | 16,84 | 0,98 | (0,89-1,08) | 0,6723 |
| 11 – Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine | 2024-07-29 | 29,3 | 32,5 | 31,61 | 35,32 | 0,89 | (0,76-1,05) | 0,1827 |
| 12 – Chaudière-Appalaches | 2024-06-18 | 100,8 | 94,0 | 22,25 | 21,36 | 1,04 | (0,95-1,14) | 0,3709 |
| 13 – Laval | 2024-06-18 | 75,7 | 76,3 | 16,57 | 17,13 | 0,97 | (0,87-1,07) | 0,5264 |
| 14 – Lanaudière | 2024-06-18 | 108,3 | 103,4 | 19,43 | 19,27 | 1,01 | (0,92-1,10) | 0,8539 |
| 16 – Montérégie | 2024-06-18 | 284,7 | 278,0 | 18,89 | 19,06 | 0,99 | (0,94-1,05) | 0,7389 |

^A Taux brut par 100 000 personnes-jours.

^B Période de référence.

^C Valeur-p de la comparaison des taux bruts pendant la vague de chaleur et la période de référence.

3.1.5 Impacts sur les admissions à l'urgence

Pour l'été 2023, l'analyse des admissions à l'urgence toutes causes montre des rapports de taux inférieurs à 1 pour les deux vagues de chaleur extrême survenues en Outaouais, qui témoignent d'une diminution des admissions à l'urgence par rapport aux périodes de référence. Dans les deux cas, on observe des diminutions statistiquement significatives, la plus marquée étant lors de la vague survenue en juillet 2023, avec une diminution de 6 % (IC 95 % : 0,90-0,98) (tableau 7 p. 22).

Pour l'été 2024, des rapports de taux supérieurs à 1 ont été identifiés pour cinq des 11 vagues, dont deux pour lesquelles les excès sont de 10 % ou plus ($RT \geq 1,1$). Des excès d'admission à l'urgence statistiquement significatifs sont détectés pour quatre vagues régionales. En effet, on observe un excès de 10 % (environ 308 admissions à l'urgence) pour la vague de chaleur survenue en Outaouais en août 2024 (IC 95 % : 1,06-1,14), un excès de 10 % pour la vague de chaleur survenue au Saguenay–Lac-Saint-Jean en juillet 2024 (environ 300 admissions à l'urgence, IC 95 % : 1,06-1,14), un excès de 5 % pour la vague de chaleur survenue à la Capitale-Nationale en août 2024 (environ 348 admissions à l'urgence, IC 95 % : 1,03-1,08) et un excès de 5 % pour la vague de chaleur survenue en Chaudière-Appalaches en juin 2024 (environ 183 admissions à l'urgence, IC 95 % : 1,01-1,08). À l'inverse, des diminutions du taux d'admission à l'urgence statistiquement significatives sont observées pour certaines vagues, soit une diminution de 5 % pour la vague survenue en Montérégie en juin 2024 (IC 95 % : 0,93-0,98) et une diminution de 3 % pour la vague survenue à Montréal en juin 2024 (IC 95 % : 0,95-0,99) (tableau 7 p. 22).

Tableau 7 Impacts des vagues de chaleur extrême sur les admissions à l'urgence – Étés 2023 et 2024

| Région socio-sanitaire | Date de début | Nombre moyen d'admission à l'urgence par jour | | Taux bruts d'admission à l'urgence par jour ^A | | Rapport de taux bruts | | |
|--|------------------|--|-------------------|---|--------|-----------------------|-------------|-----------------------|
| | | Vague (+ 3 j.) | Réf. ^B | Vague (+ 3 j.) | Réf. | Vague/ Réf. | IC à 95 % | Valeur-p ^C |
| Été 2023 | | | | | | | | |
| 07 – Outaouais | 2023-07-04 | 428,9 | 442,8 | 103,45 | 109,74 | 0,94 | (0,90-0,98) | 0,0049 |
| 07 – Outaouais | 2023-09-04 | 432,7 | 436,9 | 104,38 | 109,05 | 0,96 | (0,92-1,00) | 0,0312 |
| Été 2024 | | | | | | | | |
| 02 – Saguenay– Lac-Saint-Jean | 2024-07-14 | 550,7 | 492,7 | 192,71 | 175,20 | 1,10 | (1,06-1,14) | 0,0000 |
| 03 – Capitale- Nationale | 2024-08-01 | 1 158,2 | 1 064,9 | 146,16 | 138,84 | 1,05 | (1,03-1,08) | 0,0001 |
| 04 – Mauricie– Centre-du- Québec | 2024-06-18 | 669,2 | 659,1 | 121,01 | 123,11 | 0,98 | (0,95-1,02) | 0,3313 |
| 06 – Montréal | 2024-06-18 | 1 948,2 | 1 941,0 | 91,83 | 94,31 | 0,97 | (0,95-0,99) | 0,0102 |
| 07 – Outaouais | 2024-06-17 | 435,7 | 432,4 | 104,05 | 106,43 | 0,98 | (0,94-1,02) | 0,2638 |
| 07 – Outaouais | 2024-08-01 | 483,1 | 426,0 | 115,38 | 104,88 | 1,10 | (1,06-1,14) | 0,0000 |
| 11 – Gaspésie– Îles-de-la- Madeleine | 2024-07-29 | 268,0 | 278,1 | 288,77 | 302,68 | 0,95 | (0,90-1,01) | 0,0902 |
| 12 – Chaudière- Appalaches | 2024-06-18 | 679,8 | 630,6 | 150,02 | 143,28 | 1,05 | (1,01-1,08) | 0,0091 |
| 13 – Laval | 2024-06-18 | 371,0 | 356,9 | 81,23 | 80,13 | 1,01 | (0,97-1,06) | 0,5644 |
| 14 – Lanaudière | 2024-06-18 | 479,0 | 472,0 | 85,90 | 87,95 | 0,98 | (0,94-1,02) | 0,2582 |
| 16 – Montérégie | 2024-06-18 | 1 222,8 | 1 244,9 | 81,13 | 85,34 | 0,95 | (0,93-0,98) | 0,0001 |

^A Taux brut par 100 000 personnes-jours.

^B Période de référence.

^C Valeur-p de la comparaison des taux bruts pendant la vague de chaleur et la période de référence.

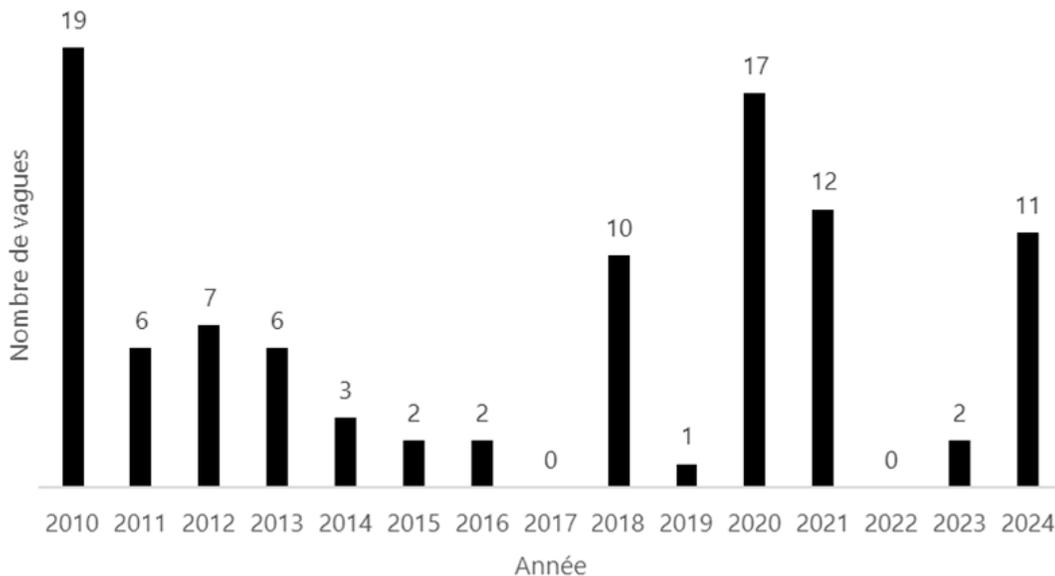
3.2 Bilan des vagues de chaleur extrême (2010-2024)

La section 3.2 présente les résultats des analyses de surmortalité lors des vagues de chaleur extrême entre 2010 et 2024. Ces résultats réfèrent à la méthodologie présentée à la section 2.1.

3.2.1 Vagues de chaleur extrême au Québec entre 2010 et 2024

La figure 1 présente le nombre de vagues de chaleur extrême régionales par année entre 2010 et 2024. L'année 2010, pour laquelle des vagues de chaleur extrême d'importance ont bien été documentées, représente l'année avec le plus de vagues de chaleur régionales. Les années 2018, 2020, 2021 et 2024 ont toutes été associées à 10 vagues de chaleur extrême ou plus. À l'opposé, aucune vague de chaleur extrême régionale n'a été détectée en 2017 et en 2022. Au total, 98 vagues de chaleur extrême régionales sont survenues entre 2010 et 2024, correspondant à une moyenne de 6,5 vagues de chaleur extrême régionales par année. Le nombre de vagues de chaleur extrême par RSS est présenté en annexe (annexe 2, tableau A2-4).

Figure 1 Nombre annuel de vagues de chaleur extrême régionales^A



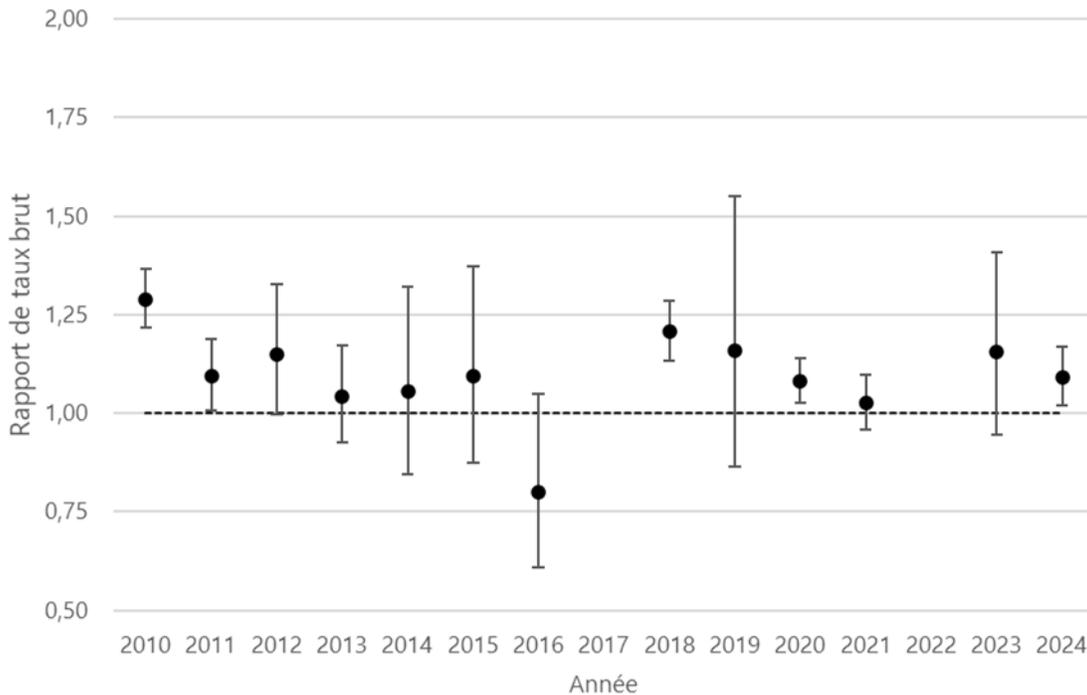
^A Le dénombrement des vagues de chaleur extrême considère le seuil en vigueur lors de l'année en cours, selon les seuils présentés au tableau 1 (p. 6).

3.2.2 Impacts sur les décès entre 2010 et 2024

La figure 2 présente le rapport de taux bruts de mortalité toutes causes par année dans l'ensemble des régions touchées par une vague de chaleur extrême. Ces résultats considèrent la mortalité totale survenue dans l'ensemble des vagues régionales. Les résultats sont également présentés sous forme de tableaux, avec le nombre de décès estimé, en annexe (annexe 2, tableau A2-2).

Des rapports de taux supérieurs à 1 sont mesurés à chaque année pour lesquelles des vagues de chaleur extrême sont survenues, excepté en 2016, alors que les années 2017 et 2022 n'ont pas eu de vagues de chaleur extrême régionales selon les seuils présentés au tableau 1 (p. 6). Des excès de 10 % ou plus ($RT \geq 1,1$) sont mesurés pour cinq des 13 années ayant eu des vagues de chaleur extrême. Des excès statistiquement significatifs sont mesurés pour les années 2010, 2011, 2018, 2020 et 2024. Par exemple, un excès de mortalité de 29 % a été mesuré en 2010 (IC 95 % : 1,22-1,37), pour une estimation de 322 décès en excès lors des vagues de chaleur, un sommet durant cette période.

Figure 2 Rapport de taux bruts de décès^A lors des vagues de chaleur extrême par année (ensemble du Québec)

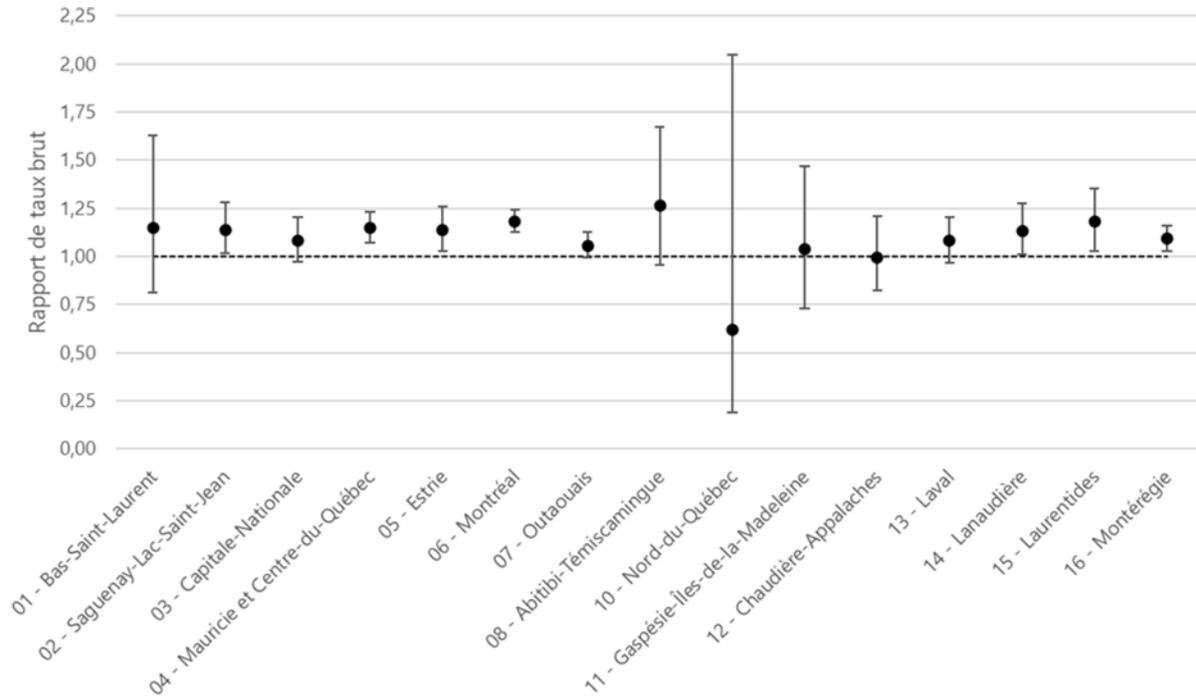


^A La figure présente le rapport de taux ainsi que les intervalles de confiance à 95 %.

La figure 3 présente le rapport de taux bruts de mortalité toutes causes par RSS au Québec lors des vagues de chaleur extrême régionales, pour l'ensemble de la période de 2010 à 2024. Les résultats sont également présentés sous forme de tableaux, avec le nombre de décès estimés, en annexe (annexe 2, tableau A2-3).

Des rapports de taux supérieurs ou égaux à 1 sont mesurés pour l'ensemble des RSS, excepté le Nord-du-Québec. Des excès de plus de 10 % ($RT \geq 1,1$) sont mesurés dans huit RSS. Des excès statistiquement significatifs sont mesurés pour les régions du Saguenay–Lac-Saint-Jean, de la Mauricie–Centre-du-Québec, de l'Estrie, de Montréal, de Lanaudière, des Laurentides et de la Montérégie. Un excès de mortalité de 18 % a été mesuré lors de l'ensemble des vagues de chaleur extrême survenues dans la région de Montréal entre 2010 et 2024 (IC 95 % : 1,13-1,24), représentant un sommet de 333 décès en excès estimés.

Figure 3 Rapport de taux bruts de décès^A lors des vagues de chaleur extrême par RSS^B (de 2010 à 2024)



^A La figure présente le rapport de taux ainsi que les intervalles de confiance à 95 %.

^B Les régions de la Côte-Nord (9) et du Nunavik (17) sont exclues en raison de l'absence de vagues de chaleur extrême durant la période, selon les définitions prévues dans ce rapport. La région des Terres-Cries-de-la-Baie-James (18) est exclue du graphique en raison d'une incertitude élevée, mais les résultats sont présentés en annexe (annexe 2, tableau A2-3).

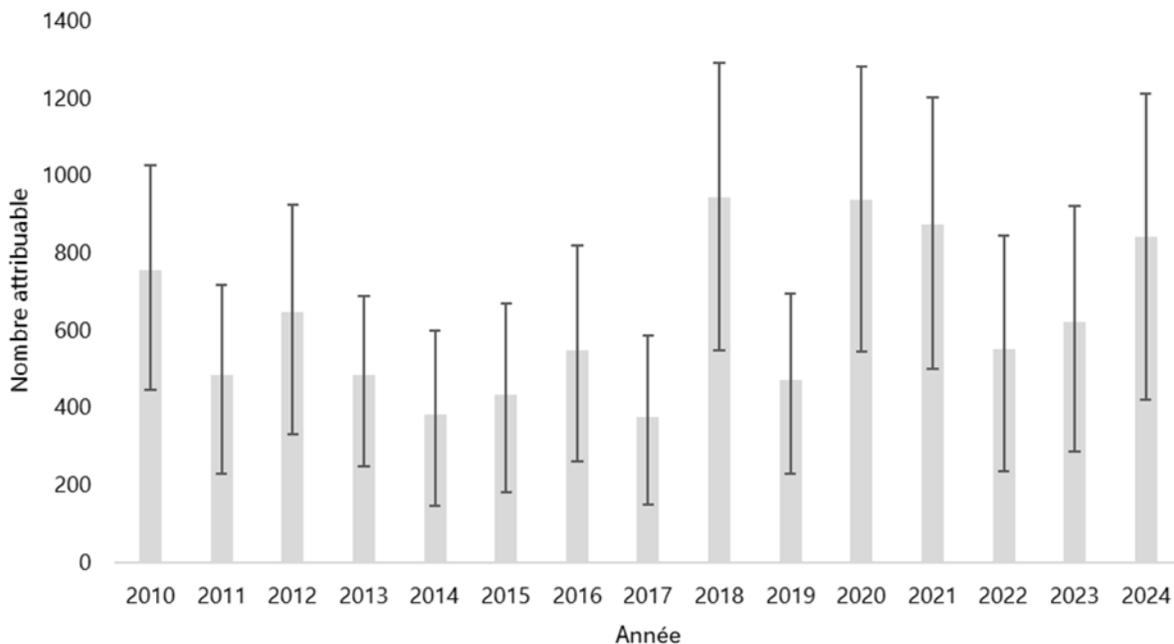
3.3 Bilan de la chaleur estivale (2010-2024)

La section 3.3 présente les résultats issus des analyses présentées à la section 2.2. Elles diffèrent donc des analyses des sections précédentes, qui portaient sur les vagues de chaleur extrême. Les différences entre les deux méthodologies sont présentées au tableau 1 (p. 6).

3.3.1 Impact sur les décès par année (ensemble du Québec)

La figure 4 présente le nombre de décès attribuables à la chaleur pour l'ensemble du Québec entre 2010 et 2024. L'année 2018 est l'année pour laquelle le nombre de décès est le plus élevé, avec 943 décès (IC 95 % : 547-1 290) (annexe 2, tableau A2-4). Des impacts plus importants sont également suggérés pour les années 2010, 2020, 2021 et 2024. En moyenne, durant cette période, on estime annuellement 623 décès attribuables à la chaleur au Québec (IC 95 % : 315-897). La fraction moyenne des décès attribuables à la chaleur est de 2,4 % pour l'ensemble de la période à l'étude et des régions (IC 95 % : 1,2-3,4). Ces résultats pour chaque année de 2010 à 2024 sont présentés au tableau A2-1 de l'annexe 2, avec un sommet observé de 3,6 % (IC 95 % : 2,1-4,9) en 2018.

Figure 4 Nombre de décès attribuables^A à la chaleur estivale pour l'ensemble du Québec^B, par année



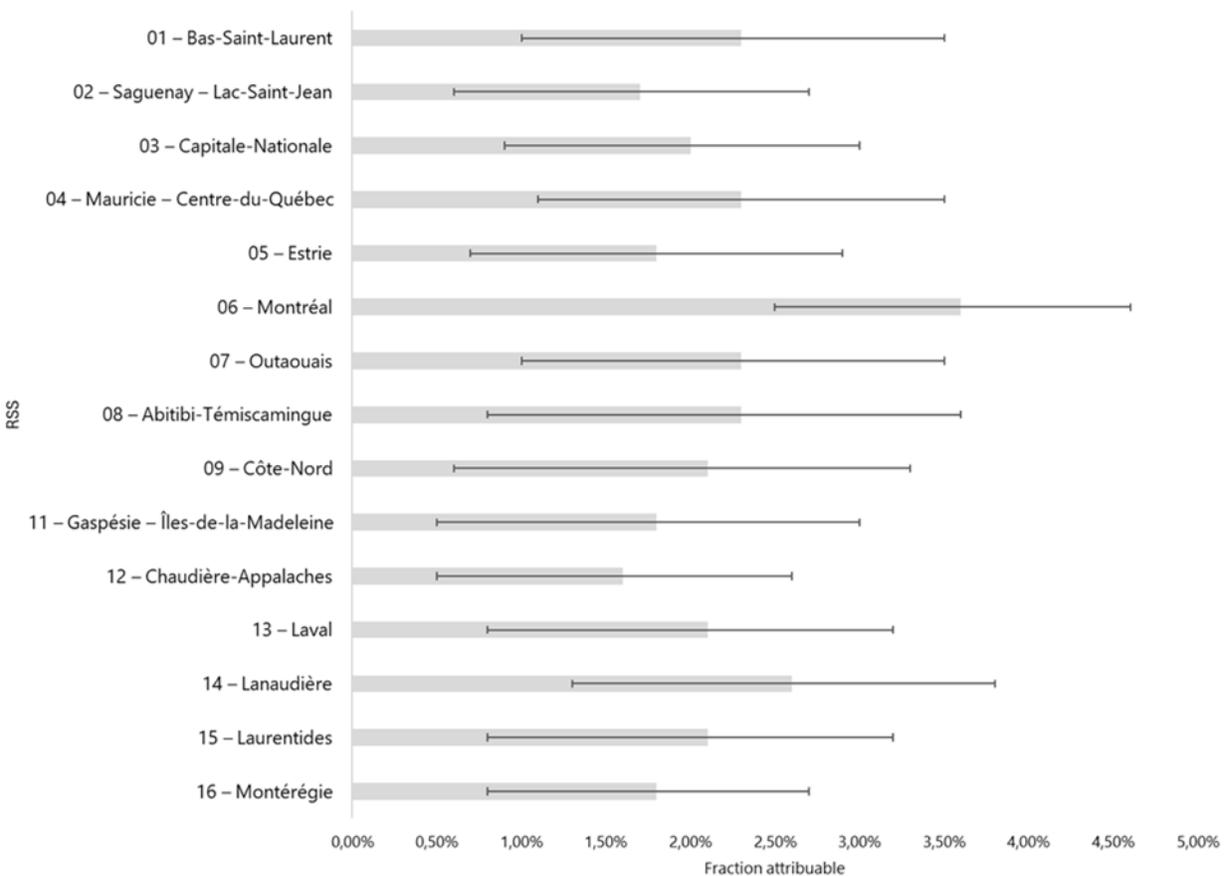
^A La figure présente le nombre de décès attribuables ainsi que les intervalles de confiance à 95 %.

^B Les régions du Nord-du-Québec (10), du Nunavik (17) et des Terres-Cries-de-la-Baie-James (18) sont exclues.

3.3.2 Impacts sur les décès par région (2010-2024)

La figure 5 présente la fraction attribuable des décès associés à la chaleur par RSS entre 2010 et 2024, soit la proportion de ces décès par rapport à l'ensemble des décès survenus durant la même période dans la RSS. Le nombre de décès attribuables associés à ces proportions sont présentés en annexe (annexe 2, tableau A2-2). La fraction attribuable la plus faible est de 1,6 % pour la RSS de Chaudière-Appalaches (IC 95 % : 0,5-2,6), alors que la plus élevée est de 3,6 % pour la région de Montréal (IC 95 % : 2,5-4,6). La RSS de Montréal est également celle qui compte le plus de décès attribuables à la chaleur estivale, avec une estimation de 211 décès par année (IC 95 % : 145-271) (annexe 2, tableau A2-2).

Figure 5 Fraction attribuable^A des décès associés à la chaleur estivale par région sociosanitaire^B, de 2010 à 2024



^A La figure présente la fraction attribuable ainsi que les intervalles de confiance à 95 %.

^B Les régions du Nord-du-Québec (10), du Nunavik (17) et des Terres-Cries-de-la-Baie-James (18) sont exclues.

4 DISCUSSION

4.1 Bilan des vagues de chaleur extrême

Les étés 2023 et 2024 du point de vue du nombre de vagues de chaleur extrême ainsi que des impacts sanitaires qui leurs sont associés.

À l'été 2023, seule la région de l'Outaouais a été touchée par des vagues de chaleur extrême. Au niveau de la mortalité (tableau 4 p. 16), les résultats suggèrent que les taux bruts de mortalité ont été plus élevés lors des vagues de chaleur extrême par rapport aux périodes de comparaison. Des excès de mortalité de 2 % (septembre 2023) et de 28 % (juillet 2023) ont été mesurés, bien que les résultats ne soient pas considérés comme statistiquement significatifs. Au niveau des indicateurs de morbidité (tableaux 5 à 7 p. 18 à 22), les résultats suggèrent que les taux bruts d'hospitalisation, de transports ambulanciers et d'admission à l'urgence ont été plus bas durant les vagues de chaleur extrême par rapport aux périodes de comparaison. Par exemple, on note une diminution statistiquement significative de 24 % des hospitalisations toutes causes pendant la vague de chaleur de septembre 2023 (IC 95 % : 0,65-0,88).

À l'été 2024, 11 vagues de chaleur extrême sont survenues dans 10 RSS. Ce total est composé principalement d'un épisode débutant le 18 juin 2024 (sept vagues régionales), suivi d'un épisode survenu à la fin juillet 2024 (trois vagues régionales). Une vague de chaleur extrême qui a touché une seule RSS est également survenue en juillet 2024 (Saguenay–Lac-Saint-Jean).

Au niveau de la mortalité (tableau 4 p. 16), comme pour 2023, les résultats suggèrent que les taux bruts de mortalité ont été plus élevés lors des vagues de chaleur extrême par rapport aux périodes de référence. Dans l'ensemble, 10 des 11 vagues présentent des rapports de taux supérieurs à 1, dont cinq sont associées à une surmortalité de plus de 10 % ($RT \geq 1,1$). Une surmortalité statistiquement significative de 29 % (IC 95 % : 1,01-1,66) est observée pour une de ces 11 vagues, celle survenue à Lanaudière lors du mois de juin 2024. Au niveau de la morbidité (tableaux 5 à 7 p. 18 à 22), les résultats suggèrent dans l'ensemble que les taux bruts d'hospitalisation, de transports ambulanciers et de consultation à l'urgence sont relativement similaires lors des vagues de chaleur extrême comparativement aux périodes de référence. En effet, des excès ou une diminution de moins de 10 % ($0,9 < RT < 1,1$) ont été détectés en majorité pour les hospitalisations (huit sur 11 vagues), pour les transports ambulanciers (10 sur 11 vagues) et pour les admissions à l'urgence (neuf sur 11 vagues). En considérant les intervalles de confiance à 95 %, la majorité de ces résultats sont considérés comme non statistiquement significatifs, car ils incluent la valeur de 1. Cependant, certains résultats particuliers sont à souligner, tels que l'excès d'hospitalisation de 10 % à Lanaudière en juin 2024 (IC 95 % : 0,99-1,21), l'excès de transports ambulanciers de 8 % à la Capitale-Nationale en août 2024 (IC 95 % : 1,01-1,15) ainsi que des excès d'admission à l'urgence de 10 % pour la vague de juillet 2024 au Saguenay–Lac-Saint-Jean (IC 95 % : 1,06-1,14) et la vague d'août 2024 en Outaouais (IC 95 % : 1,06-1,14). Par ailleurs, certaines vagues de chaleur régionales ont été associées à des taux plus faibles que la période de référence. C'est notamment le cas pour la vague de chaleur de

juin 2024 survenue dans la région de Montréal, pour laquelle des diminutions de 5 % des transports ambulanciers (IC 95 % : 0,91-0,99) et de 3 % des admissions à l'urgence (IC 95 % : 0,95-0,99) ont été constatées.

La divergence entre les résultats en lien avec la mortalité et la morbidité peut s'expliquer de différentes façons. Notamment, les seuils de chaleur extrême définis au tableau 1 (p. 6) ont été établis sur la base des données de surmortalité et non de surmorbidité (INRS, 2018). De ce fait, il est possible que les seuils utilisés ne soient pas aussi bien adaptés afin de détecter des excès de taux d'hospitalisation, de consultation à l'urgence ou de transports ambulanciers, comparativement à la surmortalité. De plus, ces indicateurs sont moins stables dans le temps, notamment pendant la période pandémique, dans laquelle on a constaté de fortes diminutions des recours aux soins de santé (Canadian Institute for Health Information, s. d.). Cette variabilité dans le temps rend difficile les analyses basées sur des comparaisons avec les années précédentes et pourrait expliquer certaines diminutions des indicateurs de morbidité observées durant les vagues de chaleur. En effet, des analyses de sensibilité ont été réalisées, dans lesquelles différentes périodes de référence ont été testées. En général, les résultats étaient cohérents avec ceux présentés dans ce rapport, mais ces analyses montraient parfois certaines différences par rapport aux analyses principales. Par exemple, pour la vague de chaleur survenue dans la région de Montréal en 2024, en retirant l'année 2019 de la période de comparaison, il n'y a plus de diminution significative des transports ambulanciers. En réalité, depuis 2020, le nombre de transports ambulanciers est systématiquement plus bas dans la région de Montréal comparativement à la période pré-pandémique. Un constat semblable peut être fait pour les hospitalisations pour les vagues survenues en 2023 dans la région de l'Outaouais, dont les diminutions sont moindres et non significatives lorsque l'on retire la période pré-pandémique des périodes de référence. Finalement, la période de latence de trois jours pourrait ne pas convenir aux indicateurs de morbidité qui peuvent avoir des effets plus directs de la chaleur.

La section 3.2 présente les résultats des analyses de surmortalité lors des vagues de chaleur extrême entre 2010 et 2024. L'analyse des impacts par année suggère qu'à l'exception de 2016, une surmortalité est présente à chaque année ayant connu des vagues de chaleur extrême, statistiquement significative pour les étés 2010, 2011, 2018, 2020 et 2024. Du point de vue des tendances régionales, une surmortalité est identifiée dans la majorité des régions, statistiquement significative pour sept de celles-ci. Malgré des impacts particulièrement marqués pour certaines régions, par exemple la région de Montréal, et certaines années (2010 et 2018), les impacts des vagues de chaleur extrême sont observés dans la majorité des régions et des années entre 2010 et 2024. Durant cette période, on estime à environ 908 le nombre de décès en excès lors des vagues de chaleur extrême au Québec.

Les impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé présentés dans ce rapport sont cohérents avec les effets connus des vagues de chaleur sur la santé et sont comparables avec les résultats présentés dans les bilans précédents.

4.2 Bilan de la chaleur estivale

En 2023 et en 2024, on estime que 621 et 841 décès ont été respectivement attribués à la chaleur estivale, alors que la moyenne annuelle pour la période de 2010-2024 était de 623 décès. Tel que mentionné précédemment, le concept de « décès attribuables à la chaleur » présenté dans ce rapport ne suppose pas que la chaleur soit la cause unique de ces décès, mais plutôt que la chaleur y aurait contribué.

Ces résultats sont comparables à ceux de Boudreault *et al.* (2024), mais montrent une tendance à la hausse des effets de la chaleur sur la mortalité. En effet, la fraction des décès attribuables à la chaleur passe de 2,1 % pour la période de 1996-2019 (Boudreault *et al.*, 2024) à 2,4 % pour la période de 2010-2024 dans le présent rapport. De plus, on observe que la région de Montréal subit les effets les plus importants sur les décès avec une fraction attribuable de 3,6 % des décès estivaux, ce qui avait aussi été observé dans Boudreault *et al.* (2024).

Tel qu'attendu, le nombre de décès attribuables à la chaleur estivale est supérieur au nombre estimé de décès en excès lors des vagues de chaleur extrême. Cette différence est compréhensible, puisque les analyses des décès attribuables à la chaleur estivale incluent les périodes de chaleur extrême, en plus de toutes les autres journées chaudes de l'été. Il est important de noter ici que l'étude de Boudreault *et al.* (2024) montrait que près de 50 % des décès estivaux se concentraient dans les 5 % des journées les plus chaudes de l'été, ce qui correspond à environ huit jours pour la période de mai à septembre. Ainsi, l'approche d'intervention lors de vagues de chaleur extrême demeure pertinente, car c'est lors de ces périodes que les plus grands effets sur la mortalité sont constatés.

D'ailleurs, en examinant la variation annuelle sur l'ensemble du Québec, on constate que les résultats des deux approches sont temporellement cohérents. Les années 2010 et 2018, pour lesquelles plusieurs études ont montré des impacts significatifs sur les décès (Lebel *et al.*, 2022), ressortent dans les deux méthodes parmi les années associées au plus grand nombre de décès (2010 : 322 décès en excès lors des vagues de chaleur et 757 décès attribuables à la chaleur estivales; 2018 : 213 décès en excès lors des vagues de chaleur et 943 décès attribuables). Toutefois, les décès attribués à la chaleur estivale semblent apporter une information complémentaire aux décès en excès lors des vagues de chaleur extrême. Par exemple, cette méthode permet de fournir des informations même en l'absence de vague de chaleur extrême durant l'été, tel qu'observé en 2017 et en 2022. Ceux-ci renforcent également la pertinence des actions de prévention menées par les autorités de la santé publique en dehors des périodes de chaleur extrême. Toutefois, ces résultats sont à comparer avec prudence, étant donné qu'ils sont issus de méthodologies différentes.

4.3 Limites et perspectives

Les analyses présentées dans ce rapport sont de nature écologique et considèrent l'ensemble des causes pour les indicateurs de mortalité et de morbidité. Les résultats ne permettent donc pas d'établir le lien avec la chaleur au niveau individuel, contrairement aux approches d'enquêtes épidémiologiques typiquement utilisées par les directions régionales de santé publique (Lamothe *et al.*, 2019).

Le faible nombre d'événements (ex. : décès), particulièrement dans les régions les moins peuplées, augmente l'incertitude dans les résultats. Cette dernière peut nuire à la capacité d'identifier des impacts statistiquement significatifs sur les différents indicateurs lors des vagues de chaleur extrême. Pour cette raison, il est pertinent de ne pas seulement interpréter les valeurs-p présentées aux tableaux 4 à 7 (p. 16 à 22), mais de considérer à la fois les rapports de taux et les intervalles de confiance à 95 %. Même sans être statistiquement significatifs, ces résultats peuvent être pertinents. Par ailleurs, la présentation de résultats agrégés pour plusieurs vagues de chaleur, tel que présenté à la section 3.2, peut atténuer la problématique des faibles nombres d'événements.

D'autre part, les vagues de chaleur extrême au Québec sont associées à de nombreuses interventions de la santé publique visant à protéger la santé de la population. Bien que ce rapport ne vise pas à mesurer les effets de ces interventions, il est plausible que celles-ci contribuent à diminuer l'impact sanitaire des vagues de chaleur extrême (Benmarhnia *et al.*, 2016). Également, l'intensité des vagues de chaleur extrême, en matière de durée et de température observée, n'est pas prise en compte dans les analyses.

Les résultats des impacts des vagues de chaleur extrême sur la morbidité ont pu être influencés par des changements de tendance dans l'utilisation des soins. En effet, ces indicateurs sont moins stables dans le temps, notamment depuis la période pandémique comparativement au décès. Ces résultats sont donc à interpréter avec prudence. Une approche de modélisation, comparable à celle utilisée pour la chaleur estivale, pourrait être mise à jour dans le futur pour limiter le recours aux périodes de référence en contexte de changements globaux affectant le système de santé.

Les données sur les décès de 2022 à 2024 sont provisoires et sujettes à des ajustements. Cependant, il est attendu que ces ajustements aient un impact mineur sur les résultats. D'ailleurs, l'utilisation d'une nouvelle extraction du 13 janvier 2025 des données des décès ne montre pas de changement important dans les résultats.

Finalement, pour les analyses de la section 3.3, il est à noter que les relations chaleur-mortalité développées pour la période de 1996-2019 ont été réutilisées afin d'avoir des résultats comparables pour la période de 2010-2019 entre l'étude originale et le présent rapport. Ces relations devraient être mises à jour pour les prochains bilans à l'aide des données de mortalité et de température les plus récentes disponibles. La mise à jour de ces relations ne devrait pas changer significativement les résultats présentés dans ce rapport, comme elles reposent sur des

observations sur des périodes de 15 à 25 ans. D'ailleurs, les résultats présentés dans la section ne sont pas directement comparables à ceux des autres sections (modélisation statistique contre comparaison de deux périodes).

Plusieurs pistes d'amélioration des prochains bilans peuvent être soulevées. Au niveau de la chaleur extrême, des analyses de sous-groupes pourraient offrir des informations nouvelles aux lecteurs, soit en considérant certains groupes plus vulnérables de la population (ex. : personnes âgées, jeunes enfants) ou certaines causes de décès ou de consultations à l'urgence spécifiques. Cependant, ces analyses de sous-groupes pourraient exacerber le manque de puissance déjà observé, notamment pour les régions moins peuplées. Au niveau de la chaleur estivale, l'élargissement des analyses aux indicateurs d'hospitalisation, de transports ambulanciers et d'admission à l'urgence permettrait d'enrichir le rapport et de fournir un nouvel angle de comparaison entre les analyses de chaleur extrême et de chaleur estivale. Cependant, compte tenu de l'impact important de la COVID-19 sur les indicateurs hospitaliers, plus de travaux seront nécessaires afin de s'assurer de la validité de ces résultats à partir de 2020. Il est à noter que des résultats pour ces indicateurs de morbidité sont déjà disponibles jusqu'en 2019 dans une publication antérieure (Boudreault *et al.*, 2024). Enfin, des analyses supplémentaires pourraient être effectuées afin de mieux contextualiser les résultats issus des analyses de la chaleur estivale dans le contexte d'intervention lors des vagues de chaleur extrême, par exemple en présentant l'estimation de la mortalité lors de chaque vague de chaleur extrême de manière individuelle.

5 CONCLUSION

Le présent rapport a permis de présenter des résultats sur l'impact sanitaire de la chaleur au Québec pour les étés 2023 et 2024, en les mettant en perspective avec des résultats couvrant la période de 2010 à 2024. Dans l'ensemble, les taux de mortalité observés durant les vagues de chaleur extrême de 2023 et de 2024 sont supérieurs à ceux observés aux mêmes périodes lors des années précédentes, alors que les taux d'hospitalisation, de transports ambulanciers et d'admission à l'urgence sont demeurés en général similaires. Par rapport aux éditions précédentes, ce rapport a introduit une nouvelle méthodologie visant à documenter les impacts de la chaleur estivale sur la mortalité, qui se veut complémentaire aux analyses des vagues de chaleur extrême. Cette analyse permet d'estimer que 623 décès par année, en moyenne, seraient attribuables à la chaleur estivale pour la période de 2010-2024. Les résultats présentés dans ce rapport indiquent que la chaleur extrême continue d'avoir des impacts importants sur la santé, surtout au niveau de la mortalité. Ce constat souligne la pertinence des interventions de la santé publique menées au niveau régional.

BIBLIOGRAPHIE

- Benmarhnia, T., Bailey, Z., Kaiser, D., Auger, N., King, N. et Kaufman, J. S. (2016). A difference-in-differences approach to assess the effect of a heat action plan on heat-related mortality, and differences in effectiveness according to sex, age, and socioeconomic status (Montreal, Quebec). *Environmental Health Perspectives*, 124(11), 1694-1699. <https://doi.org/10.1289/EHP203>
- Boudreault, J., Lavigne, É., Campagna, C. et Chebana, F. (2024). Estimating the heat-related mortality and morbidity burden in the province of Quebec, Canada. *Environmental Research*, 257, 119347. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2024.119347>
- Canadian Institute for Health Information. (s. d.). *COVID-19's impact on emergency departments*. <https://www.cihi.ca/en/covid-19-resources/impact-of-covid-19-on-canadas-health-care-systems/emergency-departments>
- Chebana, F., Martel, B., Gosselin, P., Giroux, J.-X. et Ouarda, T. B. M. J. (2013). A general and flexible methodology to define thresholds for heat health watch and warning systems, applied to the province of Québec (Canada). *International Journal of Biometeorology*, 57(4), 631-644. <https://doi.org/10.1007/s00484-012-0590-2>
- Gasparrini, A., Guo, Y., Hashizume, M., Lavigne, E., Zanobetti, A., Schwartz, J., ... Armstrong, B. (2015). Mortality risk attributable to high and low ambient temperature : a multicountry observational study. *Lancet (London, England)*, 386(9991), 369-375. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(14\)62114-0](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(14)62114-0)
- Hempel, S., Frieler, K., Warszawski, L., Schewe, J. et Piontek, F. (2013). A trend-preserving bias correction – The ISI-MIP approach. *Earth System Dynamics*, 4(2), 219-236. <https://doi.org/10.5194/esd-4-219-2013>
- Institut national de la recherche scientifique et Institut national de santé publique du Québec. (2018). *Indicateurs et valeurs-seuils météorologiques pour les systèmes de veille-avertissement canicule pour le Québec – Mise à jour de l'étude de 2010 et développement d'un logiciel de calcul pour les systèmes d'alerte*. Institut national de la recherche scientifique. <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3447430>
- Ishigami, A., Hajat, S., Kovats, R. S., Bisanti, L., Rognoni, M., Russo, A. et Paldy, A. (2008). An ecological time-series study of heat-related mortality in three European cities. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 7, 5. <https://doi.org/10.1186/1476-069X-7-5>
- Lamothe, F., Roy, M. et Racine-Hamel, S.-É. (2019). *Vague de chaleur – Été 2018 à Montréal. Enquête épidémiologique*. Gouvernement du Québec. <https://numerique.banq.qc.ca/patrimoine/details/52327/3737294>
- Lebel, G., Dubé, M., Bustinza, R. et Lamothe, F. (2022). *Surveillance des impacts des vagues de chaleur extrême sur la santé au Québec à l'été 2018*. Institut national de santé publique du Québec. <https://www.inspq.qc.ca/publications/surveillance-impacts-vagues-chaleur-extreme-sur-sante-quebec-l-ete-2018>
- Ministère de la Santé et des Services sociaux. (2024). *Estimations et projections de population par territoire sociosanitaire*. <https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-001617/>

Muñoz-Sabater, J., Dutra, E., Agustí-Panareda, A., Albergel, C., Arduini, G., Balsamo, G., ... Thépaut, J.-N. (2021). ERA5-Land : a state-of-the-art global reanalysis dataset for land applications. *Earth System Science Data*, 13(9), 4349-4383. <https://doi.org/10.5194/essd-13-4349-2021>

Santé publique France. (2024). *Canicule : dispositif d'alerte et de surveillance et dispositif de prévention de Santé publique France*. <https://www.santepubliquefrance.fr/import/canicule-dispositif-d-alerte-et-de-surveillance-et-dispositif-de-prevention-de-sante-publique-france>

Thornton, P. E., Thornton, M. M., Mayer, B. W., Wilhelmi, N., Wei, Y., Devarakonda, R. et Cook, R. B. (2014). *Daymet : daily surface weather data on a 1-km grid for North America, Version 2*. Oak Ridge National Lab. (ORNL), Oak Ridge, TN (United States). <https://www.osti.gov/biblio/1148868>

UK Health Security Agency. (s. d.). Heat mortality monitoring report : 2023. GOV.UK. <https://www.gov.uk/government/publications/heat-mortality-monitoring-reports/heat-mortality-monitoring-report-2023>

ANNEXE 1 ANALYSES STATISTIQUES UTILISÉES POUR LE BILAN DES VAGUES DE CHALEUR EXTRÊME

Taux bruts

Les taux bruts (TB) ont été calculés selon la formule suivante :

Équation 1 : Calcul d'un taux brut

$$T_B = \frac{m}{PJ}$$

Où :

m est le nombre d'événements (ex. : décès) survenus au cours de la période.

PJ est le nombre de personnes-jours à risque au cours de la période (*Population* × *Nombre de jours*).

Dans le présent document, pour faciliter la lecture, les taux bruts ont été rapportés par 100 000 personnes-jours.

Équation 2 : Variance d'un taux brut

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

Où :

m est le nombre d'événements survenus au cours de la période.

PJ est le nombre de personnes-jours à risque au cours de la période (*Population* × *Nombre de jours*).

Comparaison des taux

Pour estimer l'impact des vagues de chaleur sur la santé, les rapports entre les taux des périodes à l'étude (T_1) et les taux des périodes de référence (T_2) ont été calculés. Pour vérifier qu'un rapport de taux ($RT = T_1/T_2$) est significativement différent de 1 sur le plan statistique, le test bilatéral Z de la différence du logarithme népérien (ou logarithme naturel) de deux taux a été utilisé (équation 3 p. 37).

Équation 3 : Statistique Z pour le test de la comparaison de deux taux

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

Où :

$\ln(T_1)$ et $\ln(T_2)$ désignent respectivement le logarithme népérien du taux des périodes à l'étude et des périodes de comparaison.

$\text{Var}(T_1)$ et $\text{Var}(T_2)$ sont la variance du taux brut ou ajusté selon la comparaison effectuée.

Considérant l'hypothèse selon laquelle les deux taux sont égaux ($T_1 = T_2$ ou $RT = 1$), la statistique Z suit une distribution normale centrée réduite. Lorsque les valeurs observées sont insérées dans la formule précédente (équation 3), le résultat est noté $Z_{\text{observée}}$ au lieu de Z. La *valeur-p*, qui mesure la probabilité d'avoir par hasard une valeur aussi extrême ou plus extrême que $Z_{\text{observée}}$ en supposant que l'hypothèse nulle est respectée ($RT = 1$), est calculée ($P(|Z| > |Z_{\text{observée}}|)$) à partir d'une table de la loi normale centrée réduite.

Si la *valeur-p* obtenue est plus petite que le seuil de signification statistique préalablement déterminé (α), soit 5 % dans ce document, il est conclu que T_1 est statistiquement différent de T_2 .

L'intervalle de confiance du rapport de taux a aussi été calculé (équation 4).

Équation 4 : Intervalle de confiance (IC) d'un rapport de taux (RT)

$$IC \text{ du } RT = e^{\ln(RT) \pm z_{\alpha/2} ET(\ln(RT))}$$

Où :

$$ET(\ln(RT)) = \sqrt{\left(\frac{\text{Var}(T_1)}{T_1^2} + \frac{\text{Var}(T_2)}{T_2^2}\right)}$$

$Z_{\alpha/2}$ est la valeur de la statistique Z pour le seuil fixé (α).

Analyse regroupant plusieurs vagues de chaleur

Des analyses regroupant l'ensemble des vagues régionales survenues par année et regroupant l'ensemble des vagues survenues par RSS sur l'ensemble de la période ont aussi été effectuées. Pour ces analyses, les taux d'événements survenus durant les périodes d'analyse et de référence ont été obtenus en calculant une somme pondérée des taux associés à chacune des vagues. La pondération visait à tenir compte du poids de chacune des vagues en matière de population touchée et de durée par rapport à l'ensemble des vagues considérées (équations 5 et 6).

Équation 5 : Calcul d'un taux pour les analyses regroupant plusieurs vagues de chaleur extrême

$$T_B = \sum_{i=1}^{nb\ vagues} w_i * T_i$$

Où :

w_i est le poids associé à la vague i .

T_i est le taux brut associé à la vague i .

Équation 6 : Variance d'un taux regroupant plusieurs vagues de chaleur

$$Var(T_B) = \sum_{i=1}^{nb\ vagues} w_i^2 * var(T_i)$$

Les équations 3 et 4 (p. 37) peuvent être utilisées pour calculer la statistique de test de la comparaison de deux taux et les intervalles de confiance associés au RT .

ANNEXE 2 RÉSULTATS SUPPLÉMENTAIRES

Tableau A2-1 Mortalité associée aux vagues de chaleur extrême par année entre 2010 et 2024 (ensemble du Québec^A)

| Année | Nombre de vagues de chaleur extrême | Rapport de taux bruts (IC 95 %) | Estimation du nombre de décès en excès |
|-------|-------------------------------------|---------------------------------|--|
| 2010 | 19 | 1,29 (1,22-1,37) | 322,3 |
| 2011 | 6 | 1,09 (1,01-1,19) | 58,5 |
| 2012 | 7 | 1,15 (1,00-1,33) | 30,6 |
| 2013 | 6 | 1,04 (0,93-1,17) | 14,8 |
| 2014 | 3 | 1,06 (0,84-1,32) | 5,0 |
| 2015 | 2 | 1,09 (0,87-1,37) | 8,2 |
| 2016 | 2 | 0,80 (0,61-1,05) | -15,9 |
| 2017 | <i>Aucune vague</i> | S. O. | S. O. |
| 2018 | 10 | 1,21 (1,13-1,28) | 213,3 |
| 2019 | 1 | 1,16 (0,86-1,55) | 7,6 |
| 2020 | 17 | 1,08 (1,03-1,14) | 127,9 |
| 2021 | 12 | 1,03 (0,96-1,10) | 27,3 |
| 2022 | <i>Aucune vague</i> | S. O. | S. O. |
| 2023 | 2 | 1,15 (0,95-1,41) | 17,5 |
| 2024 | 11 | 1,09 (1,02-1,17) | 91,2 |

^A Le dénombrement des vagues de chaleur extrême considère le seuil en vigueur lors de l'année en cours, selon les seuils présentés au tableau 1 (p. 6).

Tableau A2-2 Mortalité associée aux vagues de chaleur extrême par RSS (de 2010 à 2024)

| RSS | Nombre de vagues de chaleur extrême | Rapport de taux bruts (IC 95 %) | Estimation du nombre de décès en excès |
|------------------------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--|
| 01 – Bas-Saint-Laurent | 1 | 1,15 (0,81-1,63) | 5,1 |
| 02 – Saguenay–Lac-Saint-Jean | 9 | 1,14 (1,02-1,28) | 45,8 |
| 03 – Capitale-Nationale | 4 | 1,08 (0,97-1,20) | 31,6 |
| 04 – Mauricie–Centre-du-Québec | 10 | 1,15 (1,07-1,23) | 134,1 |
| 05 – Estrie | 7 | 1,14 (1,03-1,26) | 58,4 |
| 06 – Montréal | 7 | 1,18 (1,13-1,24) | 333,4 |
| 07 – Outaouais | 23 | 1,06 (0,99-1,12) | 70,0 |
| 08 – Abitibi-Témiscamingue | 3 | 1,27 (0,96-1,67) | 13,0 |
| 9 – Côte-Nord | 0 | S. O. | S. O. |
| 10 – Nord-du-Québec | 4 | 0,62 (0,19-2,05) | -1,8 |
| 11 – Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine | 2 | 1,04 (0,73-1,47) | 1,4 |
| 12 – Chaudière-Appalaches | 2 | 1,00 (0,82-1,21) | -0,4 |
| 13 – Laval | 7 | 1,08 (0,97-1,21) | 28,9 |
| 14 – Lanaudière | 5 | 1,13 (1,01-1,28) | 41,3 |
| 15 – Laurentides | 3 | 1,18 (1,03-1,35) | 39,4 |
| 16 – Montérégie | 7 | 1,09 (1,03-1,16) | 105,4 |
| 17 – Nunavik | <i>Pas de station</i> | S. O. | S. O. |
| 18 – Terres-Cries-de-la-Baie-James | 4 | 1,65 (0,70-3,91) | 2,8 |

Tableau A2-3 Mortalité associée à la chaleur estivale par année entre 2010 et 2024 (ensemble du Québec^A)

| Année | Décès attribuables à la chaleur (IC 95 %) | Fraction attribuable à la chaleur (IC 95 %) |
|-------------------|--|--|
| 2010 | 757 (447-1 027) | 3,2 % (1,9-4,4) |
| 2011 | 483 (230-717) | 2,1 % (1,0-3,1) |
| 2012 | 646 (332-925) | 2,7 % (1,4-3,9) |
| 2013 | 483 (250-690) | 2,0 % (1,1-2,9) |
| 2014 | 382 (148-598) | 1,6 % (0,6-2,5) |
| 2015 | 434 (182-668) | 1,8 % (0,8-2,8) |
| 2016 | 549 (260-818) | 2,2 % (1,0-3,3) |
| 2017 | 377 (150-586) | 1,5 % (0,6-2,3) |
| 2018 | 943 (547-1 290) | 3,6 % (2,1-4,9) |
| 2019 | 472 (228-695) | 1,8 % (0,9-2,6) |
| 2020 | 937 (546-1 280) | 3,2 % (1,9-4,4) |
| 2021 | 875 (501-1 203) | 3,2 % (1,8-4,4) |
| 2022 | 551 (236-844) | 1,8 % (0,8-2,8) |
| 2023 | 621 (288-922) | 2,1 % (1,0-3,1) |
| 2024 | 841 (420-1 213) | 2,8 % (1,4-4,0) |
| Moyenne 2010-2024 | 623 (315-897) | 2,4 % (1,2-3,4) |

Tableau A2-4 Mortalité annuelle associée à la chaleur estivale par RSS (de 2010 à 2024)

| RSS | Décès attribuables à la chaleur (IC 95 %) | Fraction attribuable à la chaleur (IC 95 %) |
|------------------------------------|--|--|
| 01 – Bas-Saint-Laurent | 19 (8-29) | 2,3 % (1,0-3,5) |
| 02 – Saguenay–Lac-Saint-Jean | 17 (6-27) | 1,7 % (0,6-2,7) |
| 03 – Capitale-Nationale | 48 (21-72) | 2,0 % (0,9-3,0) |
| 04 – Mauricie–Centre-du-Québec | 47 (21-69) | 2,3 % (1,1-3,5) |
| 05 – Estrie | 28 (10-44) | 1,8 % (0,7-2,9) |
| 06 – Montréal | 211 (145-271) | 3,6 % (2,5-4,6) |
| 07 – Outaouais | 27 (11-40) | 2,3 % (1,0-3,5) |
| 08 – Abitibi-Témiscamingue | 12 (4-19) | 2,3 % (0,8-3,6) |
| 09 – Côte-Nord | 6 (2-11) | 2,1 % (0,6-3,3) |
| 11 – Gaspésie–Îles-de-la-Madeleine | 8 (2-13) | 1,8 % (0,5-3,0) |
| 12 – Chaudière-Appalaches | 22 (7-35) | 1,6 % (0,5-2,6) |
| 13 – Laval | 25 (10-39) | 2,1 % (0,8-3,2) |
| 14 – Lanaudière | 39 (19-57) | 2,6 % (1,3-3,8) |
| 15 – Laurentides | 37 (15-57) | 2,1 % (0,8-3,2) |
| 16 – Montérégie | 76 (34-114) | 1,8 % (0,8-2,7) |

^A Les régions du Nord-du-Québec (10), du Nunavik (17) et des Terres-Cries-de-la-Baie-James (18) sont exclues.

Centre d'expertise et
de référence en santé publique

www.inspq.qc.ca