

The background of the cover features silhouettes of four diverse individuals: a woman with curly hair on the left, a man in the center, a woman with a ponytail on the right, and a man in the foreground on the right. They are rendered in shades of blue and teal against a dark blue background.

# Impacts de la climatisation des milieux intérieurs sur la santé et le confort thermique

NOVEMBRE 2022

SYNTHÈSE DES CONNAISSANCES

## **AUTEURS**

Marie-Claude Lefebvre, M. Sc., conseillère scientifique  
Jean-Marc Leclerc, M. Sc., conseiller scientifique  
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

## **COLLABORATEURS**

Stéphanie Potvin, M. Sc., conseillère scientifique  
Patrick Poulin, Ph. D., conseiller scientifique spécialisé  
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

## **RÉVISEURS**

Ray Bustinza, M. Sc., conseiller scientifique  
Marie-Ève Dubuis, Ph. D., conseillère scientifique spécialisée  
Isabelle Goupil-Sormany, M.D., médecin-conseil  
Caroline Huot, M.D., médecin-conseil  
Marie-Eve Levasseur, M. Sc., conseillère scientifique  
Direction de la santé environnementale, au travail et de la toxicologie

Stéphane Caron, M.D., médecin-conseil  
Direction des risques biologiques et de la santé au travail

Denis P. Blondin, Ph. D., professeur assistant  
Faculté de médecine et des sciences de la santé, Université de Sherbrooke

Gille Delaunais, M. Sc., conseillère en santé environnementale  
Direction de la santé publique, Centre intégré de santé et des services sociaux (CISSS) de l'Outaouais

Alexander Hayes, M. Sc., agent de recherche  
Conseil national de recherche du Canada (CNRC), Gouvernement du Canada

Philippe Gendron, Ph. D., professeur  
Département des sciences de l'activité physique, Université du Québec à Trois-Rivières

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 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.

## **RÉVISION LINGUISTIQUE**

Marie-Hélène Gervais, réviseure agréée

## **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 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 – 4<sup>e</sup> trimestre 2022  
Bibliothèque et Archives nationales du Québec  
ISBN : 978-2-550-93258-1 (PDF)

© Gouvernement du Québec (2022)

## REMERCIEMENTS

Les auteurs souhaitent remercier sincèrement les réviseurs internes et externes qui ont accepté de donner temps, expertise et commentaires sur le présent document. Il importe de remercier spécialement Mahée Lacourse, bibliothécaire, pour son implication dans l'élaboration de la stratégie de recherche bibliographique et la révision de la section méthodologie.

## AVANT-PROPOS

La présente synthèse des connaissances s'inscrit dans la programmation scientifique de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ) 2021-2022, section 3.11

(<https://www.inspq.qc.ca/sites/default/files/publications/2824-programmation-scientifique-2021-2022.pdf>). Elle traite des impacts de la climatisation sur la santé humaine et le confort thermique et n'a pas pour objectif de documenter les enjeux énergétiques, environnementaux, sociétaux, comportementaux, etc. Son élaboration a été rendue possible grâce au financement octroyé par le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS).

Les résultats du survol de la littérature scientifique et grise présentés dans ce document constituent une synthèse des connaissances actuelles, et non pas une analyse exhaustive de la littérature sur le sujet. À noter qu'il a fallu suspendre la production de ce document durant la période de pandémie de COVID-19. Par ailleurs, un état de la situation concernant l'usage sécuritaire des appareils de climatisation en période de pandémie se trouve dans le document [\*COVID-19 : Utilisation des climatiseurs et des ventilateurs électriques lors des vagues de chaleur.\*](#)

## TABLE DES MATIÈRES

<b>LISTE DES TABLEAUX</b> .....	<b>V</b>
<b>GLOSSAIRE</b> .....	<b>VI</b>
<b>LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES</b> .....	<b>VIII</b>
<b>FAITS SAILLANTS</b> .....	<b>1</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>3</b>
<b>1 MISE EN CONTEXTE</b> .....	<b>7</b>
<b>2 OBJECTIFS</b> .....	<b>11</b>
<b>3 MÉTHODOLOGIE</b> .....	<b>12</b>
3.1 Stratégie de recherche scientifique et grise.....	12
3.1.1 Concepts .....	12
3.1.2 Bases de données et dates d'interrogation .....	12
3.1.3 Limites.....	12
3.1.4 Sources de la littérature grise .....	13
3.1.5 Critères de sélection et de qualité.....	13
3.1.6 Résultats.....	14
3.1.7 Révision par les pairs.....	14
<b>4 RÉSULTATS</b> .....	<b>15</b>
4.1 Effets de la climatisation sur la mortalité et la morbidité .....	15
4.1.1 Effets de la climatisation sur la mortalité.....	15
4.1.2 Effets de la climatisation sur les hospitalisations et la morbidité.....	20
4.2 Effets de la climatisation sur le confort thermique et les changements physiologiques .....	26
4.3 Recommandations des organismes reconnus sur l'utilisation de la climatisation .....	33
4.3.1 Température de réglage du climatiseur.....	34
4.3.2 Durée et fréquence d'exposition à la climatisation lors des vagues de chaleur .....	36
<b>5 DISCUSSION</b> .....	<b>37</b>
5.1 Effets potentiellement positifs de la climatisation sur différents enjeux sanitaires .....	37
5.1.1 Mortalité.....	37
5.1.2 Hospitalisations .....	38
5.1.3 Autres effets.....	38
5.2 Effets potentiellement négatifs de la climatisation .....	39

5.3	Effets mitigés de la climatisation .....	39
5.3.1	En lien avec l'exposition aux contaminants chimiques .....	39
5.3.2	En lien avec l'exposition aux contaminants microbiologiques.....	40
5.3.3	En lien avec l'adaptation physiologique à la chaleur .....	41
5.4	Conditions et modalités d'utilisation des climatiseurs.....	43
5.4.1	Type de climatiseur .....	44
5.4.2	Température de réglage du climatiseur.....	44
5.4.3	Durée, fréquence et période d'utilisation de la climatisation.....	45
5.5	Limites des études retenues.....	45
5.6	Autres considérations en lien avec la climatisation : un aperçu.....	46
5.7	Principaux constats issus de la synthèse des connaissances.....	47
<b>6</b>	<b>CONCLUSION.....</b>	<b>49</b>
<b>7</b>	<b>RÉFÉRENCES.....</b>	<b>51</b>
<b>ANNEXE 1</b>	<b>MÉTHODOLOGIE ET RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE .....</b>	<b>62</b>
<b>ANNEXE 2</b>	<b>LISTE DES ORGANISMES RECONNUS CONSULTÉS POUR LEURS RECOMMANDATIONS .....</b>	<b>67</b>
<b>ANNEXE 3</b>	<b>TABLEAU SYNTHÈSE DES ÉTUDES RETENUES.....</b>	<b>69</b>

## LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1	Principaux constats sur le confort thermique et certains changements physiologiques .....	27
Tableau 2	Recommandations des organismes reconnus quant aux modalités d'utilisation du climatiseur en lien avec la température.....	35
Tableau A1-1	MEDLINE interrogée le 29 juillet 2021 (n = 2021).....	62
Tableau A1-2	Environment Complete interrogée le 29 juillet 2021 (n = 2279).....	63
Tableau A1-3	Critères de sélection des articles (premier et deuxième tri : titre + résumé).....	64
Tableau A1-4	Critères d'évaluation de la qualité des publications retenues (deuxième tri : texte intégral).....	65
Tableau A3-1	Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues .....	69
Tableau A3-2	Synthèse des résultats sur les changements physiologiques et le confort thermique à partir des études retenues .....	90

## GLOSSAIRE

**Climatisation** : Refroidissement de l'air intérieur afin d'assurer le confort thermique des occupants d'un bâtiment (Arora, 2012; American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning [ASHRAE], 2019; Société canadienne d'hypothèques et de logement [SCHL], 2002). La climatisation est effectuée au moyen d'un système mécanique (climatiseur) permettant le transfert de chaleur de l'intérieur vers l'extérieur.

**Climatiseur** : Les climatiseurs sont généralement composés de deux unités principales, soit un compresseur servant à refroidir l'air et un ventilateur servant à diffuser l'air refroidi. Ils ont pour principal rôle d'assurer le confort thermique des occupants en faisant recirculer l'air intérieur, lequel est refroidi par transfert de chaleur. De façon générale, le processus de climatisation n'a pas pour fonction d'introduire de l'air frais provenant de l'extérieur. Il existe différents types de climatiseurs : le climatiseur portable (sur roulettes), avec conduit installé dans l'ouverture d'une fenêtre, le climatiseur individuel, installé directement dans l'ouverture d'une fenêtre ou encastré dans un mur, le climatiseur sans conduit (appareil mural bibloc) et le climatiseur central (appareil bibloc avec conduits) ([Hydro-Québec, 2021](#)).

**Confort thermique** : Le confort thermique se définit comme la satisfaction exprimée à l'égard de l'ambiance thermique du milieu environnant. Il dépend de plusieurs facteurs individuels (p. ex., niveau d'activité physique, habillement) et environnementaux (p. ex., température et vitesse de l'air, rayonnement thermique, humidité). Des conditions thermiques inconfortables ne présentent pas nécessairement un risque pour la santé, puisque l'organisme peut s'adapter (voir processus d'adaptation physiologique à la chaleur ou acclimatation) dans une certaine mesure aux fluctuations de l'ambiance thermique du milieu environnant (Charbonneau *et al.*, 2004).

**Coup de chaleur** : Il existe deux types de coups de chaleur : le coup de chaleur classique, qui survient à la suite d'une exposition à la chaleur environnementale (et dont il est question dans le présent document), et le coup de chaleur à l'effort, lié à la pratique d'une activité physique intense. Un coup de chaleur survient lorsque la capacité des mécanismes de thermorégulation de l'organisme est dépassée. Il est associé à une hyperthermie majeure (température rectale supérieure à 40 °C) et à des troubles neurologiques graves (délire, hallucinations, ataxie, convulsions, coma) (Bouchama et Knochel, 2002). Il s'agit d'une urgence médicale, associée à une morbidité et une mortalité élevées (environ 50 %) (Armstrong *et al.*, 2007; Gauthier *et al.*, 2005).

**Épuisement par la chaleur** : État pathologique ayant pour origine une déshydratation sévère provoquée par une sudation importante. Il s'agit de la maladie liée à la chaleur la plus fréquente. Les signes cliniques sont peu spécifiques (céphalées, nausées et vomissements, vertiges, perte de connaissance, faiblesse musculaire, crampes, hypotension, tachycardie, dyspnée) et il n'y a pas d'altération de l'état mental. L'épuisement par la chaleur se distingue du coup de chaleur par la valeur de température corporelle, qui est élevée sans que la température rectale dépasse

40 °C, et par l'absence de signes neurologiques (Kenny *et al.*, 2018). Il peut progresser vers le coup de chaleur s'il n'est pas traité et que l'exposition à la chaleur persiste.

**Processus d'adaptation physiologique à la chaleur (ou acclimatation) :** Augmentation graduelle de la capacité d'adaptation physiologique et de la tolérance du corps à la température ambiante suivant une exposition répétée à la chaleur. L'acclimatation se manifeste par le maintien d'une température corporelle plus basse, d'une fréquence cardiaque plus lente et d'une transpiration plus abondante et subite. En général, la sueur devient plus diluée afin de limiter la perte d'ions (Taylor, 2014). Il importe de distinguer l'acclimatation en milieu naturel de l'acclimatation en milieu artificiel, comme dans une chambre à atmosphère contrôlée (Santé Canada, 2011a; Taylor, 2014).

**Stress thermique dû à la chaleur :** Charge nette de la chaleur que subit le corps lorsqu'il est exposé à des environnements extrêmement chauds qui provoquent une augmentation de la température interne du corps. La charge thermique peut être source de divers effets sur la santé et de niveaux d'inconfort (American Conference of Governmental Industrial Hygienists [ACGIH]).

**Surchauffe des bâtiments :** Se caractérise par des températures intérieures élevées dans les bâtiments non climatisés sur une durée prolongée en période estivale pouvant occasionner un inconfort thermique chez les occupants (Chartered Institution of Building Services Engineers [CIBSE], 2013; Laouadi *et al.*, 2018; Lundgren Kownacki *et al.*, 2019a).

**Surclimatisation des bâtiments :** Refroidissement excessif (température trop froide, durée trop longue) ou non nécessaire de l'air intérieur au moyen d'un climatiseur.

**Température acceptable :** Selon l'ASHRAE, les conditions d'un environnement thermique acceptable sont celles dans lesquelles au moins 80 % des occupants trouveront une ambiance confortable. En effet, en raison des différences de perceptions d'un individu à l'autre, il est impossible de déterminer une ambiance thermique qui soit satisfaisante pour tous (Charbonneau *et al.*, 2004).

**Température neutre :** Température ressentie généralement considérée comme confortable du fait qu'elle n'est ni chaude ni froide et à laquelle le corps ne cherche pas à se réchauffer ni à se refroidir par les processus de thermorégulation (Arora, 2012).

**Vague de chaleur :** Période pendant laquelle la température extérieure est élevée et inconfortable (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [GIEC], 2014). Ce terme inclut les canicules, les périodes de chaleur accablante et les périodes de chaleur extrême.

**Ventilateur électrique :** Appareil, de type axial ou centrifuge, muni de pales et d'un moteur qui est conçu pour créer des déplacements d'air afin d'améliorer le confort des occupants (Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail [CCHST], 2021). Toutefois, à la différence d'un climatiseur, il n'a pas pour fonction de refroidir l'air. Dans le présent document, le terme « ventilateur électrique » fait référence aux ventilateurs sur pied ou de plafond.

## LISTE DES SIGLES ET ACRONYMES

°C	Degré Celsius
AFSSE	Agence française de sécurité sanitaire environnementale
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
CCNSE	Centre de collaboration nationale en santé environnementale
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CDPH	California Department of Public Health
CIBSE	Chartered Institution of Building Services Engineers
CO	Monoxyde de carbone
CO <sub>2</sub>	Dioxyde de carbone
COV	Composé organique volatil
EPA	Environmental Protection Agency
ERMI	Environmental Relative Moldiness Index
IEA	International Energy Agency
IMC	Indice de masse corporelle
LF/HF	Ratio of Low Frequency to High Frequency (ratio de basse fréquence cardiaque à haute fréquence cardiaque)
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
NYC DOHMH	New York City Department of Health and Mental Hygiene
O <sub>3</sub>	Ozone
OMS	Organisation mondiale de la Santé
PHE	Public Health England
PM <sub>2,5</sub>	Particules fines ( <i>particulate matter</i> ) de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres
PM <sub>10</sub>	Particules fines ( <i>particulate matter</i> ) de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres
ppm	Partie par million
TPH	Toronto Public Health

## FAITS SAILLANTS

- Les résultats de cette synthèse des connaissances font ressortir qu'à ce jour, la climatisation constitue une mesure de protection efficace en période de chaleur. En effet, elle permet de réduire les hospitalisations et le risque de décès associés à la chaleur. Ces effets positifs sur la santé des occupants s'observeraient davantage dans les villes nordiques et au début de la saison chaude, ce qui indiquerait que les individus moins exposés à la chaleur y sont moins bien acclimatés. D'autres études seront nécessaires pour en connaître les effets réels chez les 65 ans et plus, ce qui serait particulièrement pertinent dans le contexte québécois. De plus, la climatisation favoriserait le bon fonctionnement de l'organisme, ce qui se traduirait par une fréquence cardiaque plus basse ainsi que par une amélioration des fonctions cognitives (vigilance, concentration et productivité) et de la qualité du sommeil.
- La surclimatisation, c'est-à-dire une utilisation de la climatisation à des températures trop basses ou sur une durée trop longue, pourrait toutefois avoir des effets négatifs sur la santé : augmentation de la fréquence cardiaque ou des risques de développer des symptômes allergiques (p. ex., rhinite), de céphalées et de sécheresse des muqueuses nasales, oculaires ou de la gorge. En outre, la surclimatisation pourrait provoquer des symptômes de stress thermique dû au froid qui se manifeste par une vasoconstriction cutanée, voire des frissons. Enfin, elle pourrait augmenter les risques d'inconfort thermique lors du passage d'un lieu climatisé vers un lieu non climatisé, ou inversement.
- Certains effets de la climatisation ont à la fois des impacts positifs et négatifs, principalement en raison du fait que la climatisation est généralement utilisée en condition de bâtiment fermé (fenêtres et portes closes), afin d'éviter l'introduction d'air chaud et humide susceptible de nuire à l'efficacité de l'appareil. Cette condition d'utilisation permettrait aussi de limiter l'introduction de polluants extérieurs et d'abaisser le taux d'humidité relative, ce qui aurait des effets bénéfiques sur la santé des occupants. Or, cela pourrait aussi favoriser l'accumulation de contaminants de source intérieure ainsi que la diffusion de contaminants microbiologiques provenant d'un appareil mal entretenu, par exemple, ce qui serait susceptible d'engendrer des impacts négatifs sur la santé. De plus, une climatisation excessive pourrait compromettre le processus d'adaptation physiologique à la chaleur, lequel semble considéré comme un facteur de protection.
- L'analyse des études retenues a également fait ressortir que les données portant sur les modalités d'utilisation sont insuffisantes pour élaborer des recommandations de santé publique à cet égard. De plus, l'élaboration de recommandations universelles quant aux modalités d'utilisation pourrait s'avérer complexe, puisqu'elle nécessite la prise en compte de nombreux facteurs individuels et environnementaux. Il appert toutefois que la climatisation ne devrait pas être utilisée en continu, mais plutôt quelques heures par jour lors des périodes les plus chaudes, comme l'après-midi ou lorsque la température extérieure excède 20 °C la nuit. Il pourrait aussi être opportun de mettre en place une variété de

mesures d'adaptation à la chaleur avant ou pendant son utilisation, et régler ou programmer le climatiseur de manière à minimiser l'écart entre la température intérieure et extérieure, pour ainsi réduire les effets potentiellement négatifs et les risques de dépendance qui y sont associés. Enfin, la climatisation devrait être utilisée en concomitance avec un système de ventilation mécanique, et l'entretien de l'appareil devrait être effectué périodiquement selon les recommandations du fabricant.

- Plusieurs avenues de recherche peuvent être proposées afin d'améliorer l'état des connaissances actuelles sur les impacts sanitaires de la climatisation et les modalités d'utilisation.

## SOMMAIRE

### CONTEXTE

Les Québécois passent en moyenne 90 % de leur temps à l'intérieur. Ainsi, la qualité des environnements intérieurs constitue un facteur déterminant de la santé et du confort thermique des occupants. En période estivale, et plus particulièrement lors des vagues de chaleur, la température intérieure des bâtiments non climatisés pourrait être supérieure et atteindre jusqu'à 1,5 fois la température extérieure en Celsius. Ce phénomène, connu sous le terme de « surchauffe des bâtiments », peut influencer le bien-être et la santé des occupants. Il représente donc un enjeu de santé publique important. En effet, l'exposition à la chaleur augmente les risques d'épuisement par la chaleur, de coup de chaleur ou de décompensation physiologique en raison de certaines maladies chroniques préexistantes ou de l'utilisation de certains médicaments. Par ailleurs, une augmentation des hospitalisations et de la mortalité est observée un peu partout dans le monde, principalement en milieu urbain, au cours de la saison chaude, notamment lors des vagues de chaleur.

Les individus les plus vulnérables aux effets de la chaleur sont les personnes âgées de 65 ans et plus et celles qui souffrent de problèmes de santé chroniques ou qui prennent certains médicaments pouvant altérer les mécanismes de thermorégulation. Dans un contexte de population vieillissante, cette situation semble particulièrement préoccupante d'un point de vue de santé publique. En effet, les risques de maladies chroniques et de consommation de médicaments augmentent avec l'avancement en âge. Les personnes à faible revenu et isolées socialement peuvent également être affectées par certains facteurs susceptibles d'exacerber leur vulnérabilité aux effets indésirables de la chaleur.

Les risques de souffrir des effets de la chaleur sont d'autant plus préoccupants dans un contexte de changements climatiques. En effet, partout au Québec, les températures moyennes et la durée des vagues de chaleur ont augmenté depuis les années 1950. La fréquence et l'intensité des vagues de chaleur sont également susceptibles d'augmenter au cours des prochaines décennies. Ainsi, les Québécois pourraient souffrir davantage des effets délétères de la chaleur, ce qui aurait pour incidence d'accroître le recours à la climatisation.

La climatisation est une mesure d'adaptation à la chaleur bien connue et largement répandue un peu partout dans le monde. Au Québec, un peu plus de la moitié de la population y a recours pour se protéger de la chaleur et améliorer le bien-être des occupants en période estivale.

Bien que son efficacité pour rafraîchir les milieux intérieurs semble sans équivoque, aucune revue de la littérature complète regroupant l'ensemble des connaissances reliées aux effets de la climatisation sur la physiologie humaine n'a été récemment réalisée. Cette synthèse des connaissances a pour objectif de faire état des informations disponibles à cet égard, afin de

mettre en perspective les effets de la climatisation des milieux intérieurs sur la santé et le confort thermique des occupants. Les recommandations des organismes reconnus en santé ou en ingénierie quant à la climatisation des milieux de vie y sont également intégrées afin de faire état, le cas échéant, des modalités d'utilisation qu'ils préconisent.

## MÉTHODOLOGIE ET RÉSULTATS

Afin de recenser les écrits portant sur les concepts de climatisation, de santé et bien-être, une stratégie de recherche de la littérature scientifique et grise a été élaborée en utilisant les bases de données MEDLINE et Environment Complete, de la plateforme de recherche EBSCOhost. La stratégie de recherche a permis de répertorier plus de 4 000 articles, dont 202 ont été sélectionnés en fonction de leur titre et de leur résumé. Une recherche de la littérature grise portant sur des recommandations d'organismes reconnus a également été effectuée. Au total, 49 articles scientifiques ainsi que 11 recommandations d'organismes reconnus ont été retenus pour rédiger la présente synthèse des connaissances.

## PRINCIPAUX CONSTATS

La présente synthèse des connaissances a fait ressortir que la climatisation peut engendrer à la fois des effets positifs, négatifs et mitigés sur la santé et le confort thermique des occupants. L'analyse a aussi révélé que les modalités d'utilisation de la climatisation pourraient avoir des impacts sur la santé des occupants.

Les résultats des études retenues ont mis en évidence plusieurs effets positifs de la climatisation :

- Diminution de la mortalité, toutes causes confondues, ou encore pour des problèmes de santé spécifiquement liés à la chaleur, tels que les coups de chaleur (en dépit du fait que les décès attribuables à la chaleur ne sont pas uniformes dans la littérature);
- Baisse des hospitalisations en raison de la réduction du stress thermique des occupants;
- Maintien des fonctions cognitives (vigilance, concentration et productivité), d'une fréquence cardiaque plus basse et amélioration de la qualité du sommeil.

Toutefois, une climatisation excessive est susceptible de provoquer des effets négatifs :

- Augmentation de la fréquence cardiaque ou des risques de symptômes allergiques, de sécheresse des muqueuses et de céphalées;
- Apparition de symptômes de stress thermique dû au froid se manifestant par une vasoconstriction cutanée, voire des frissons;
- Augmentation du risque d'inconfort thermique lors du passage d'un lieu climatisé vers un lieu non climatisé et vice-versa.

La climatisation peut également engendrer des effets mitigés :

- Réduction de l'introduction de polluants extérieurs et du taux d'humidité relative. Combinée à la fermeture des fenêtres, la climatisation aurait des effets positifs sur la santé des occupants en diminuant l'exposition à la chaleur;
- Accumulation de contaminants de source intérieure en raison d'une ventilation inadéquate, ce qui pourrait nuire à la santé des occupants;
- Prolifération de microorganismes dans les appareils mal entretenus pouvant affecter la santé des occupants;
- Altération du processus d'adaptation physiologique à la chaleur, lequel offrirait un facteur de protection.

Certains auteurs ont mis en lumière le fait que les risques d'hospitalisation et de mortalité liés à la chaleur pourraient être davantage marqués dans les villes au climat plus froid et en début de saison estivale. Les études indiquent que la climatisation pourrait avoir des effets bénéfiques accrus chez les individus moins acclimatés à la chaleur, soit les habitants des villes septentrionales, ou lors des premières vagues de chaleur de la saison. Néanmoins, plus de données seront nécessaires pour mieux connaître les effets de la climatisation chez les 65 ans et plus, ce qui semble particulièrement pertinent dans le contexte québécois.

Précisons que l'acclimatation pourrait réduire les effets néfastes de la chaleur sur la santé des individus. En effet, ce processus, qui s'accompagne de différentes manifestations physiologiques, augmente progressivement la capacité d'adaptation physiologique et la tolérance de l'organisme à la chaleur. La capacité d'adaptation varie d'un individu à l'autre, selon certains facteurs individuels, et se résorbe progressivement en l'absence d'exposition à la chaleur. Toutefois, la surclimatisation pourrait compromettre ce processus en diminuant le temps d'exposition à la chaleur. Les données ne sont cependant pas encore suffisantes pour bien comprendre les effets de la climatisation sur l'acclimatation.

En ce qui concerne les modalités d'utilisation des climatiseurs (type de climatiseur à privilégier, température de réglage, durée et fréquence d'utilisation), les données provenant de la littérature scientifique et des organismes reconnus sont insuffisantes pour émettre des constats clairs afin d'optimiser les impacts sanitaires de la climatisation. En effet, l'analyse des résultats a révélé un manque d'information sur les types d'appareils utilisés et leurs modalités d'utilisation. De plus, certains organismes reconnus ayant émis des recommandations quant aux modalités d'utilisation démontraient parfois plus d'intérêt pour les gains énergétiques et le confort thermique que pour les effets sanitaires potentiels.

Outre le manque de données quant aux modalités d'utilisation optimales des climatiseurs, il apparaît complexe d'émettre des recommandations universelles pour l'ensemble de la population, puisque les effets de la chaleur et de la climatisation semblent influencés par de nombreux facteurs individuels (p. ex., âge, sexe, comorbidités) et environnementaux (p. ex., humidité, déplacement de l'air, présence d'ombre).

Les résultats ont tout de même mis en lumière le fait que les climatiseurs devraient être réglés à la température la plus élevée jugée confortable par les occupants, afin de réduire l'écart entre la température intérieure et extérieure. De plus, la climatisation ne devrait pas être utilisée en continu, mais plutôt quelques heures par jour ou lors des nuits très chaudes. Il est recommandé de l'utiliser en concomitance avec un système de ventilation mécanique et d'effectuer l'entretien de l'appareil périodiquement selon les recommandations du fabricant. Par ailleurs, d'autres mesures d'adaptation à la chaleur (p. ex., maintien d'une hydratation adéquate, installation de pare-soleil, atténuation des îlots de chaleur urbains) pourraient être mises en place avant ou pendant l'utilisation des climatiseurs, afin de réduire les effets potentiellement néfastes et les risques de dépendance qui y sont associés. Cela permettrait également d'atténuer les impacts d'une utilisation accrue et généralisée de la climatisation, notamment au regard des enjeux environnementaux, énergétiques et socioéconomiques.

## **AVENUES DE RECHERCHE**

À la lumière des résultats de la présente synthèse des connaissances, la climatisation représente à ce jour une mesure de protection jugée efficace contre les effets de la chaleur. D'ici à ce que l'efficacité de solutions de rechange plus durables et moins énergivores soit démontrée – et considérant que de nombreuses incertitudes persistent quant aux modalités d'utilisation de la climatisation pour en optimiser les impacts sur la santé et qu'une utilisation inadéquate pourrait entraîner des effets négatifs –, il serait pertinent d'explorer certaines avenues de recherche afin d'améliorer l'état des connaissances actuelles.

Ainsi, les prochaines études devraient, par exemple, documenter les impacts des modalités d'utilisation des climatiseurs (type d'appareil, température de réglage, durée et fréquence d'utilisation, combinaison ou non avec un système de ventilation mécanique) dans le contexte québécois sur les divers effets rapportés, afin de mieux orienter d'éventuels messages de santé publique. Par ailleurs, les effets de la climatisation sur la santé et le confort thermique des populations les plus vulnérables devraient être évalués plus en profondeur, notamment chez des groupes d'aînés dans certains milieux précis (p. ex., CHSLD, résidences pour personnes âgées, hôpitaux), chez les individus à faible revenu et les personnes qui souffrent de problèmes de santé chroniques ou qui consomment certains médicaments. De plus, la question des impacts de la climatisation sur le processus d'adaptation physiologique à la chaleur devrait être approfondie.

## 1 MISE EN CONTEXTE

Lorsque la température de l'air ambiant se situe approximativement entre 23 et 27 °C<sup>1</sup>, le métabolisme d'une personne au repos et normalement vêtue ne tendrait ni à se réchauffer ni à se refroidir par les processus de thermorégulation (radiation, convection, conduction et évapotranspiration) (Arora, 2012). Quand il fait chaud, ces quatre processus permettent l'évacuation du surplus de chaleur par le corps et le maintien d'une température interne normale (température rectale entre 36,1 et 37,8 °C) nécessaire au bon fonctionnement de l'organisme (WHO, 2008). Chacun d'eux implique un transfert de chaleur de l'organisme vers l'environnement immédiat : 1. la radiation sous forme de rayonnement infrarouge; 2. la convection par le contact entre la surface cutanée et l'air ou l'eau; 3. la conduction par le contact entre la peau et un objet froid; 4. l'évapotranspiration par la sudation. Lorsque la température ambiante dépasse la température cutanée, l'évapotranspiration est le seul processus de thermorégulation fonctionnel (WHO, 2008). Les processus physiologiques de dissipation de la chaleur par évaporation s'accompagnent notamment d'une augmentation de la vasodilatation cutanée, du débit cardiaque et de la sudation (Bouchama et Knochel, 2002). Par ailleurs, si le taux d'humidité relative (HR) est très élevé, l'évaporation de la sueur s'effectue difficilement, ce qui compromet la perte de chaleur. Ce phénomène explique pourquoi la chaleur se supporte moins bien en milieu humide (Sommet, 2013).

Les effets délétères de la chaleur peuvent donc survenir lorsque le corps humain ne parvient plus à maintenir sa température interne normale, ses capacités de régulation thermique étant dépassées (Bélanger *et al.*, 2019; Bouchama et Knochel, 2002; Pierrefixe, 2015). Dès lors, les risques de déshydratation et d'hyperthermie augmentent, ce qui peut entre autres mener à un épuisement par la chaleur, à un coup de chaleur ou à l'aggravation de maladies chroniques préexistantes (Bélanger *et al.*, 2019; Pierrefixe, 2015). Cette cascade d'événements pourrait notamment s'expliquer par le fait que l'apport du flux sanguin vers la surface cutanée se produirait aux dépens de l'irrigation des organes, que l'augmentation de la sudation limiterait le rejet des toxines produites par l'organisme, particulièrement par une diminution de la filtration rénale, et que la déshydratation augmenterait la viscosité sanguine (Gronlund *et al.*, 2018; Liu *et al.*, 2015; Parsons, 2014). Plusieurs facteurs individuels (p. ex., âge, sexe, condition physique, masse corporelle, pratique d'activités, alimentation, médication) sont d'ailleurs susceptibles d'influencer la capacité de l'organisme à évacuer la chaleur (Albert *et al.*, 2006; Parsons, 2014). Ainsi, la chaleur peut causer ou exacerber différents problèmes de santé, en affectant notamment les systèmes cardiovasculaires, pulmonaires et rénaux (Johnson *et al.*, 2019; Kenny *et al.*, 2010). Une augmentation de la mortalité et de la morbidité a par ailleurs été observée lors des vagues de chaleur, particulièrement en milieu urbain, tant au Québec qu'ailleurs dans le monde (Guo *et al.*, 2018). De plus, selon certains auteurs, la plupart des décès liés à la chaleur

---

<sup>1</sup> À noter que l'auteur ne précise pas le taux d'humidité relative associé à cette plage de température.

surviendraient en milieu intérieur (CDC, 2013; Fouillet *et al.*, 2006). Il semblerait toutefois que, de manière générale, les décès par coup de chaleur soient relativement peu fréquents, la mortalité observée lors des vagues de chaleur s'expliquant plutôt par l'aggravation de pathologies préexistantes (AFSSE, 2004; Dixsaut, 2005).

Certains groupes de population sont physiologiquement vulnérables aux effets de la chaleur. C'est notamment le cas des personnes âgées de 65 ans et plus, dont le processus de thermorégulation est altéré par le vieillissement corporel (p. ex., diminution du taux de sudation) (Bélanger *et al.*, 2019; Parsons, 2014). En effet, nombre de changements physiologiques associés au vieillissement réduisent l'efficacité des processus de dissipation de la chaleur : baisse de la fréquence cardiaque, diminution de la capacité d'acheminer le sang dans les vaisseaux périphériques et déclin du nombre de glandes sudoripares et de leur efficacité (Gauthier *et al.*, 2005; Kenny *et al.*, 2010). Notons que les personnes âgées risquent davantage de souffrir de maladies chroniques et de prendre des médicaments, ce qui les rend d'autant plus vulnérables aux effets de la chaleur (Gauthier *et al.*, 2005; Gosselin *et al.*, 2020; Simard *et al.*, 2019). En outre, les effets de la chaleur sont particulièrement préoccupants d'un point de vue de santé publique dans un contexte de population québécoise vieillissante (Institut de la statistique du Québec, 2020). D'autres groupes, notamment les individus souffrant de maladies chroniques ou qui consomment certains médicaments et les jeunes enfants, sont également vulnérables aux effets de la chaleur, puisque leurs processus de thermorégulation sont compromis par différents facteurs physiologiques ou comportementaux. Enfin, les personnes isolées socialement et les individus à faible revenu sont vulnérables aux effets de la chaleur en raison de facteurs socioéconomiques. Les premières seraient moins susceptibles de mettre en place des mesures de protection contre la chaleur, alors que les seconds pourraient être incapables d'assumer les coûts d'achat et d'utilisation liés à la climatisation<sup>2</sup> (WHO, 2008).

Les effets de la chaleur sur la santé humaine sont d'autant plus préoccupants que l'exposition prolongée à la chaleur augmente d'année en année, et que cela devrait s'accroître en raison des changements climatiques. En effet, selon Ouranos (2015), les températures moyennes ont augmenté de 1 à 3 °C pour toutes les régions du Québec entre 1950 et 2011. Pendant cette même période, une augmentation de la durée des vagues de chaleur ainsi que du nombre de journées et de nuits chaudes a été observée (Donat *et al.*, 2013). De plus, les projections prévoient qu'au cours des prochaines décennies, les températures maximales des journées les plus chaudes augmenteront, les nuits chaudes (température minimale > 20 °C) seront plus fréquentes et la durée des vagues de chaleur s'allongera (Ouranos, 2015). Ainsi, selon ces projections, la saison propice à la climatisation<sup>3</sup> pourrait débuter plus tôt dans la région de

---

<sup>2</sup> Pour plus de détails concernant les populations à risque, consultez le document [Mesures d'adaptation à la chaleur, rapport de synthèse](#).

<sup>3</sup> Voir glossaire pour la définition.

Montréal et se terminer plus tard dans la région de Québec, en comparaison de l'usage qui en était fait au cours des dernières années (Ouranos, 2015).

À l'échelle populationnelle, les Québécois, à l'instar des Canadiens, passent environ 90 % de leur temps à l'intérieur (Santé Canada, 2018). Ainsi, la qualité des environnements intérieurs constitue un facteur déterminant de la santé et du confort thermique des occupants. Par ailleurs, les températures élevées en période estivale peuvent avoir certains effets sur la santé et le confort thermique. Dans les bâtiments non climatisés, la température intérieure est largement influencée par la température extérieure. Ainsi, en période de chaleur, une élévation de la température intérieure de ces bâtiments est généralement observée. Dans certains cas, elle peut dépasser jusqu'à 50 % la température extérieure sur une période prolongée (Laouadi *et al.*, 2018; Lundgren Kownacki *et al.*, 2019b). Dans de telles circonstances, ces bâtiments peuvent être assujettis à des conditions dites de surchauffe<sup>4</sup> (Laouadi *et al.*, 2018). Par ailleurs, les impacts des vagues de chaleur seraient d'autant plus marqués en milieu urbain qu'en milieu rural, notamment en raison de la formation d'îlots de chaleur urbains. Cet effet découle entre autres de la conception architecturale des villes, de la réduction de la végétalisation et de l'emploi massif de surfaces minéralisées à bas albédo (p. ex., bitume, béton) (Dousset *et al.*, 2011; Wouters *et al.*, 2017).

Dans un tel contexte, les appareils de climatisation refroidissant l'air intérieur constituent une mesure d'adaptation à la chaleur bien connue et répandue un peu partout dans le monde (Arora, 2012; IEA, 2019). De façon générale, les climatiseurs<sup>5</sup> font recirculer l'air intérieur, lequel est refroidi dans l'appareil par transfert de chaleur. Ils n'ont pas pour fonction d'introduire de l'air provenant de l'extérieur comme le ferait, par exemple, un système de ventilation mécanique. Par ailleurs, les climatiseurs sont principalement utilisés en condition de bâtiment fermé, afin d'éviter l'introduction d'air chaud et humide susceptible de nuire à l'efficacité de l'appareil. Cette condition d'utilisation limite l'introduction de contaminants de source extérieure, ce qui a un effet bénéfique sur la santé des occupants. Or, en l'absence de ventilation mécanique, la climatisation peut favoriser l'accumulation et la diffusion de certains contaminants chimiques et microbiologiques présents à l'intérieur des bâtiments, ce qui est susceptible d'engendrer des impacts négatifs sur la santé des occupants.

Au Québec, une proportion non négligeable de la population dispose d'un climatiseur. En effet, Statistique Canada estime qu'en 2019, 59 % des ménages québécois possédaient ce type d'appareil. Parmi eux, 28 % avaient un climatiseur de fenêtre et 27 % un climatiseur central, alors que les autres possédaient d'autres types de climatiseurs (Statistique Canada, 2019).

---

<sup>4</sup> Voir glossaire pour la définition.

<sup>5</sup> Pour plus d'informations sur les climatiseurs, consultez la page [Principaux types et catégories de climatiseurs](#) sur le site d'Hydro-Québec.

À ce jour, aucun seuil de température élevée jugé sécuritaire en milieu intérieur – au-delà duquel il devient important d’agir afin de prévenir des problèmes de santé chez les occupants – n’a encore été fixé (Paradis *et al.*, 2019; WHO, 2018). De plus, seules quelques revues de la littérature se sont intéressées aux enjeux liés à la climatisation, mais dans une approche plutôt globale, c’est-à-dire en considérant plusieurs enjeux énergétiques, environnementaux, sociétaux et comportementaux (Jay *et al.*, 2021; Lundgren et Kjellstrom, 2013; Lundgren-Kownacki *et al.*, 2018). Toutefois, aucune revue de la littérature récente portant sur les connaissances relatives aux avantages et inconvénients de la climatisation sur la santé humaine et les enjeux y étant associés n’a été recensée. La présente synthèse des connaissances a été réalisée afin de remédier à cette situation.

## 2 OBJECTIFS

Cette synthèse des connaissances a pour objectif principal de recenser et d'analyser l'information disponible concernant les impacts de la climatisation des milieux intérieurs sur la santé et le confort thermique des occupants. Elle vise également à dégager les principaux constats issus de la littérature afin d'obtenir une meilleure compréhension du sujet discuté.

Les objectifs spécifiques sont :

- Recenser et analyser les recommandations des organismes reconnus quant à l'utilisation de la climatisation;
- Fournir l'information de base aux instances concernées afin de mieux orienter d'éventuels messages de santé publique susceptibles d'optimiser les impacts positifs de la climatisation.

## 3 MÉTHODOLOGIE

### 3.1 Stratégie de recherche scientifique et grise

#### 3.1.1 Concepts

La stratégie de recherche employée pour consulter les bases de données accessibles a été élaborée avec l'aide des professionnels du service des ressources documentaires de l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ). Deux concepts ont été utilisés afin de réaliser cette stratégie de recherche :

- Concept 1 : Climatisation
- Concept 2 : Santé et bien-être

Les détails relatifs à cette stratégie de recherche, tels les mots clés retenus pour chaque concept, se trouvent à l'annexe 1.

#### 3.1.2 Bases de données et dates d'interrogation

La plateforme de recherche choisie pour appliquer la stratégie de recherche est EBSCOhost. Les bases de données bibliographiques consultées par l'entremise de cette plateforme sont MEDLINE et Environment Complete. Cette stratégie de recherche a été lancée le 12 avril 2019. Puisque la réalisation de la présente synthèse a dû être reportée en raison de la pandémie de COVID-19, ces bases de données ont été de nouveau consultées le 29 juillet 2021 afin de vérifier si d'autres articles pertinents avaient été publiés dans l'intervalle. Entretemps, compte tenu des besoins manifestés pendant la pandémie, un document portant sur l'utilisation sécuritaire des climatiseurs a été produit : [COVID-19 : Utilisation des climatiseurs et des ventilateurs électriques lors des vagues de chaleur.](#)

#### 3.1.3 Limites

Les recherches ont été limitées aux études originales et aux revues systématiques ou de la littérature publiées en anglais et en français. Les lettres, les éditoriaux et les essais ont été exclus (voir annexe 1). Aucune restriction n'a été appliquée concernant la couverture chronologique ou géographique. De plus, seules les études portant sur des populations humaines ont été retenues. Les études animales ont été exclues, puisque l'objectif était de documenter les effets de la climatisation sur la santé humaine.

### 3.1.4 Sources de la littérature grise

Afin de cerner les recommandations des organismes reconnus, une recherche de la littérature grise (p. ex., lignes directrices, recommandations, rapports et documents techniques révisés ou non par des pairs) a été effectuée à partir d'une liste d'organismes pertinents préalablement établie (voir annexe 2) et réalisée à l'aide des ressources suivantes :

- Moteurs de recherche généraux (Google et Google Scholar, avec les mots clés associés aux deux concepts utilisés);
- Sites Internet des organismes concernés (p. ex., OMS, AFSSE, MSSS, CIBSE, CCNSE, etc.).

Pour être retenus, les documents consultés devaient répondre au critère suivant :

- Être des publications prenant position ou formulant des recommandations quant au recours ou à l'exposition des occupants à la climatisation (p. ex., température de réglage, fréquence et durée d'exposition, entretien de l'appareil, etc.).

Pour cette recherche documentaire complémentaire, seules les informations pertinentes et relativement récentes (publiées depuis l'an 2000) ont été retenues et intégrées à cette revue. Parmi les 37 sites d'organismes compétents consultés (voir annexe 2), 11 énonçaient des recommandations au sujet de la climatisation. La recherche initiale a été lancée le 14 août 2019. En raison de la pandémie de COVID-19, la relance du repérage de la littérature grise a eu lieu le 30 septembre 2021. Néanmoins, elle n'a pas permis de recenser des recommandations émises dans l'intervalle par un quelconque organisme, incluant les 37 organismes compétents consultés.

### 3.1.5 Critères de sélection et de qualité

Parmi les critères de sélection appliqués figurent le type d'effets sanitaires ou de confort thermique (p. ex., fonctions cognitives, productivité, sommeil, maladies cardiovasculaires et respiratoires, diabète), la population étudiée (soit les populations humaines) et le type de bâtiment : d'habitation (p. ex., résidence, résidence étudiante, hôpital, CHSLD, résidence pour personnes âgées), de travail ou d'éducation (p. ex., tour de bureaux, université). Ces critères visent à exclure les études portant sur des aspects autres que la santé ou le confort thermique (p. ex., enjeux environnementaux, énergétiques et comportementaux, tours de refroidissement), des populations animales ou des bâtiments remplissant d'autres fonctions que celles nommées précédemment (p. ex., centres commerciaux, bibliothèques). Parmi les critères de qualité figurent une description complète et rigoureuse de la méthodologie, des résultats liés aux objectifs et aux conclusions ainsi que des études révisées par les pairs et sans apparence de conflit d'intérêts. La stratégie de recherche indiquant les mots clés utilisés pour chaque concept, de même que les critères de sélection et de qualité des articles, est présentée en détail à l'annexe 1.

### **3.1.6 Résultats**

La recherche documentaire a permis de recenser 4 300 articles (3 889 une fois les doublons retirés). Après un premier tri basé sur le titre et le résumé, et selon les critères de sélection et de qualité, ce nombre s'est réduit à 202 articles. Après un second tri à partir du texte intégral, toujours selon les mêmes critères de sélection et de qualité, le nombre d'articles est passé à 44. Et puis à la suite de l'examen des références bibliographiques des articles retenus, 5 articles non identifiés par la stratégie de recherche se sont ajoutés. Au total, 49 études ont été incluses dans cette revue de la littérature (voir l'organigramme PRISMA à l'annexe 1).

### **3.1.7 Révision par les pairs**

Conformément au Cadre de référence sur la révision par les pairs des publications scientifiques de l'Institut national de santé publique du Québec, une version préfinale du rapport a été soumise à des réviseurs externes. En prenant appui sur la grille institutionnelle (Institut national de santé publique du Québec, 2020), les réviseurs externes ont été conviés à apporter des commentaires ainsi qu'à valider l'exactitude du contenu du rapport, la pertinence des méthodes utilisées et le caractère approprié des conclusions et des pistes de solution proposées par les auteurs.

## 4 RÉSULTATS

Cette section présente les informations recensées par la revue de la littérature traitant des effets sanitaires de la climatisation sur les occupants. En premier lieu, les données portant plus spécifiquement sur l'utilisation de la climatisation comme mesure d'atténuation des risques de mortalité et de morbidité sont exposées. En deuxième lieu, les données associées aux effets de la climatisation sur le confort thermique et certains processus physiologiques sont abordées. Enfin, une troisième section fait état d'une analyse des principales recommandations (p. ex., température de réglage, fréquence et durée d'exposition, etc.) des organismes reconnus en lien avec l'utilisation de la climatisation en période estivale. Il importe de souligner que de nombreux auteurs ont mené leurs études dans un contexte de vague de chaleur<sup>6</sup>. Puisque ce terme correspond à une définition opérationnelle qui varie d'une juridiction à l'autre, les informations pertinentes ont été rapportées lorsque disponibles, afin de mieux décrire le contexte de travail des auteurs concernés ainsi que les résultats obtenus. De plus, certaines covariables prises en compte dans les différentes études sont présentées à l'annexe 3.

### 4.1 Effets de la climatisation sur la mortalité et la morbidité

#### 4.1.1 Effets de la climatisation sur la mortalité

Parmi les 19 études répertoriées portant sur la relation entre climatisation et mortalité, la vaste majorité (n = 13) a été réalisée en Amérique du Nord (plus précisément aux États-Unis), 3 l'ont été en Europe, tandis qu'une seule a été menée sur ces deux continents, une en Chine, et une autre a traité à la fois de l'Amérique du Nord, de l'Europe et du Japon. En général, ces études font état d'une relation positive entre la climatisation et la réduction du risque de mortalité.

Les premières études traitant de la climatisation ont tenté de définir, dans une perspective plus large, certains facteurs de risque (p. ex., capacité de prendre soin de soi, activités physiques, antécédents d'alcoolisme, faible revenu, médication) et de protection (p. ex., posséder un climatiseur, passer du temps dans des endroits publics climatisés, utiliser un ventilateur électrique<sup>7</sup>) associés à la chaleur. Ainsi, l'étude de cohorte réalisée par Rogot, Sorlie et Backlund (1992) et les études cas-témoins menées par Semenza *et al.* (1996), Kilbourne *et al.* (1982), Kaiser *et al.* (2001) et Bouchama *et al.* (2007) ont fait ressortir l'importance de la climatisation comme facteur de protection à l'occasion des vagues de chaleur, particulièrement chez les adultes. Quant à l'étude de Rogot, Sorlie et Backlund (1992), elle a été menée aux États-Unis pour la période 1980-1985 (n = 72 740), lors des mois considérés comme chauds par les auteurs, soit

---

<sup>6</sup> Le terme « vague de chaleur » a été retenu, car il est défini comme une période pendant laquelle la température est élevée et inconfortable (GIEC, 2014). Il ne se réfère donc pas à une température ni à une durée précises, et permet d'inclure toutes les périodes de chaleur, notamment les canicules, la chaleur accablante et la chaleur extrême.

<sup>7</sup> Le terme « ventilateur électrique » est utilisé dans le présent document pour désigner les ventilateurs sur pied ou de plafond. Voir glossaire pour la définition détaillée.

ceux où la température extérieure moyenne excède 21 °C et pendant lesquels les auteurs ont présumé que les climatiseurs seraient activés la plupart du temps. Si l'on compare les habitations possédant un climatiseur central avec celles ne disposant d'aucun système de refroidissement, on observe une diminution du risque relatif (RR) de mortalité, ajusté pour la température, de 42 % (RR = 0,58). Dans cette étude, on note une diminution du risque de mortalité plus importante, mais non significative (32 % rapport de cotes [RC] = 0,68;  $p = 0,06$ ), chez les personnes de 65 ans et plus possédant un climatiseur central par rapport aux individus de moins de 65 ans (13 % RC = 0,87;  $p = 0,65$ ). Pour ce qui est des climatiseurs de fenêtre, les auteurs n'ont rapporté aucun effet significatif sur la diminution des décès, sauf dans le cas de logements ne comprenant qu'une à trois pièces.

Par ailleurs, dans leur étude portant sur la canicule survenue en 1980 dans les villes de Saint-Louis et de Kansas City, Kilbourne *et al.* (1982) ont établi que le RR de décès par coup de chaleur chez les adultes ne possédant pas de climatiseur à domicile était 49,4 fois plus élevé (IC 95 % = 7,4 à 286,4) que chez ceux exposés à un climatiseur 24 heures sur 24. Selon les auteurs, passer une heure ou plus par jour dans un lieu climatisé réduirait le risque de décès de 15 % (RR = 0,85; IC 95 % = 0,79 à 0,92). Pour leur part, Semenza *et al.* (1996) ont estimé que plus de 50 % des décès liés à la vague de chaleur de 28 jours survenue à Chicago en juillet 1995 auraient pu être évités si tous les sujets de plus de 24 ans avaient disposé d'un climatiseur dans leur logement. En effet, selon les auteurs, le facteur de protection populationnel le plus important était la présence d'un climatiseur résidentiel (RC = 0,3; IC 95 % = 0,2 à 0,6). De plus, la visite d'un lieu climatisé (RC = 0,5; IC 95 % = 0,3 à 0,9) et l'accès à un mode de transport (RC = 0,3; IC 95 % = 0,1 à 0,5) ont été identifiés comme des facteurs protecteurs réduisant le risque de décès liés à la chaleur. Kaiser *et al.* (2001) ont, quant à eux, rapporté que la présence d'un climatiseur fonctionnel constituait le facteur de protection le plus important contre la mortalité liée à la chaleur (RC = 0,03; IC 95 % = 0 à 0,2). Il en va de même pour Bouchama *et al.* (2007), qui sont parvenus au même constat (effet protecteur d'un climatiseur [RC = 0,23; IC 95 % = 0,1 à 0,6;  $p < 0,01$ ]). La plupart de ces études ont toutefois été effectuées sur des périodes restreintes, correspondant souvent à une vague de chaleur de quelques jours. De plus, les résultats n'ont généralement pas été ajustés en fonction de certaines covariables d'intérêt, telles que la durée de la vague de chaleur, la température moyenne atteinte, les comorbidités, la médication et le revenu des participants.

Au Portugal, Nunes *et al.* (2011) ont conduit une étude de cohorte auprès des patients de 45 ans et plus séjournant dans des hôpitaux climatisés et non climatisés ( $n = 10\,997$ ) pendant une vague de chaleur de 18 jours. Les auteurs ont montré que la survie des patients séjournant dans les hôpitaux climatisés était significativement plus élevée de 40 % (rapport de risque instantané

[HR]<sup>8</sup> = 0,60; IC 95 % = 0,37 à 0,97) que celle des patients séjournant dans les hôpitaux non climatisés (résultats ajustés pour l'âge, le sexe, le département hospitalier, le diagnostic et la région). Dans une étude de cohorte réalisée en Grèce, Theocharis *et al.* (2013) se sont intéressés aux méthodes de rafraîchissement (climatiseurs et ventilateurs électriques) utilisées à domicile par les personnes de 75 ans et plus (n = 339) en juillet et en août (41 jours, moy T<sub>max</sub> = 35 °C). Selon les auteurs, le taux de mortalité de ceux qui avaient recours à ces méthodes de rafraîchissement était inférieur à celui des non-utilisateurs. En effet, chez ces derniers, le risque de mortalité était significativement plus élevé (RC ajusté = 2,18; IC 95 % = 1,06 à 4,50). Aucune différence significative quant à la mortalité n'a été notée entre les utilisateurs de climatiseurs et les utilisateurs de ventilateurs électriques (11,3 % vs 15,4 %; p = 0,72), les seconds étaient plus susceptibles d'être hospitalisés (36,7 % vs 19,4 %; p < 0,05).

Selon l'étude d'Eisenman *et al.* (2016), réalisée en Arizona pendant les vagues de chaleur (température supérieure au 97<sup>e</sup> centile pendant trois jours consécutifs de juin à août) survenues au cours de la période 2005-2010, le fait de ne pas posséder de climatiseur résidentiel était associé à un risque de décès significativement plus élevé chez les adultes de tout âge, toutes causes confondues (p. ex., coup de chaleur, déshydratation, problèmes cardiovasculaires ou respiratoires préexistants) (rapport de taux d'incidence [IRR]<sup>9</sup> ajusté = 1,02; IC 95 % = 1,00 à 1,03; p = 0,01). En d'autres termes, une augmentation de 1 % de la population ne disposant pas de climatiseur accroissait le risque de décès liés à la chaleur de 2 % au sein de cette population. Cette relation n'était toutefois pas significative pour les coups de chaleur uniquement (IRR ajusté = 1,02; IC 95 % = 0,99-1,04; p = 0,16). López-Bueno *et al.* (2020) ont présenté des résultats similaires. Selon ces auteurs, lors d'une vague de chaleur, plus le pourcentage de foyers sans climatiseur augmente, plus la probabilité de déceler un impact sur la mortalité quotidienne augmente. D'après l'étude d'O'Neill, Zanobetti et Schwartz (2005), réalisée dans quatre villes américaines de 1986 à 1993, le risque de mortalité liée à la chaleur (lag 0<sup>10</sup>) était plus élevé, mais de façon non significative, chez les Afro-Américains (RR = 9,0 %; IC 95 % = 5,3 à 12,8) que chez la population caucasienne (RR = 3,7 %; IC 95 % = 1,9 à 5,4). La proportion de ménages possédant un climatiseur central expliquerait jusqu'à 64 % de cette disparité qui, selon les auteurs, pourrait être corrélée à des différences socioéconomiques entre les deux groupes.

---

<sup>8</sup> Le rapport de risque instantané, ou *hazard ratio*, est la mesure de la fréquence à laquelle se produit un événement particulier dans un groupe d'individus par comparaison à la fréquence où cet événement se produit dans un autre groupe. Il est souvent utilisé pour mesurer la survie à un moment donné. Source : [Definition of hazard ratio - NCI Dictionary of Cancer Terms - National Cancer Institute](#).

<sup>9</sup> Le rapport de taux d'incidence, ou *incident rate ratio*, est le rapport de deux taux d'incidence, soit le taux d'incidence de la population exposée divisé par le taux d'incidence de la population non exposée. Source : [Evidence Based Health Care : Glossary](#).

<sup>10</sup> Le lag 0 signifie la température le jour même de l'hospitalisation ou de la mort. En effet, il est important de tenir compte dans l'analyse du nombre de jours cumulatifs d'exposition à la chaleur, puisque les risques de mortalité et de morbidité sont plus grands après une exposition à la chaleur pendant plusieurs jours consécutifs. Ainsi, le lag 1 fait référence à la température la veille de l'hospitalisation ou de la mort et le lag 2, à celle de l'avant-veille.

Toutefois, la présence de climatiseurs de fenêtre n'avait pas d'effet significatif sur la réduction du risque de mortalité.

Anderson et Bell (2009) ont mené une étude dans une centaine de villes américaines au cours de la période 1987-2000. Les résultats ont montré que le risque de mortalité liée aux vagues de chaleur chez les adultes (variation des températures du 90<sup>e</sup> au 99<sup>e</sup> percentile) diminue de 87,7 % ( $p < 0,01$ ) pour une augmentation de l'écart interquartile des personnes possédant un climatiseur central. Cette baisse était légèrement plus marquée chez les aînés de 65 ans et plus (94,9 %;  $p < 0,01$ ). En effectuant une analyse par région, les auteurs ont observé un risque de mortalité plus élevé dans les régions où le climat est froid par rapport à celles où le climat est plus chaud. Réalisée en Chine, l'étude de Li et Gu (2020) a révélé que le seul fait de posséder un climatiseur résidentiel réduisait de façon significative la relation entre le taux de mortalité annuel total et les températures de plus de 27 °C entre 1964 et 2008. Les résultats de l'étude de Sera *et al.* (2020) montrent, quant à eux, une diminution des décès liés à la chaleur entre 1972 et 2009 au Canada, aux États-Unis, au Japon et en Espagne, corrélée à l'augmentation de la proportion de foyers possédant un climatiseur. Toutefois, selon ces auteurs, l'augmentation de la proportion de foyers disposant d'un climatiseur n'expliquerait qu'en partie la diminution des décès observée. Ainsi, d'autres facteurs pourraient avoir joué un rôle tout aussi important, sinon plus, dans la résilience de ces populations. Il est à noter que les auteurs n'ont pas nommé explicitement les divers facteurs de protection dont les populations à l'étude auraient pu bénéficier. Ils décrivent davantage le processus d'adaptation physiologique à la chaleur, les changements comportementaux permettant de prévenir ses effets indésirables ainsi que les différents systèmes d'avertissement en vigueur lors des vagues de chaleur.

### **Effets concomitants de certains contaminants de l'air extérieur**

Quelques études se sont intéressées à la relation entre la climatisation et la mortalité en tenant compte de l'exposition potentielle à certains contaminants chimiques de source extérieure susceptibles d'être présents dans l'air intérieur (p. ex., PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>). En effet, l'utilisation de la climatisation en concomitance avec les fenêtres fermées permettrait de réduire l'introduction de polluants atmosphériques à l'intérieur des bâtiments. Dans une étude réalisée dans 27 régions métropolitaines américaines pour la période de 1997 à 2002, Franklin, Zeka et Schwartz (2007) ont rapporté une association significative entre la mortalité et les concentrations extérieures de PM<sub>2,5</sub> en saison estivale. Toutefois, le fait de posséder un climatiseur central modifiait cette corrélation. En effet, une proportion plus importante de personnes disposant d'un tel appareil (75<sup>e</sup> percentile = 77 %) réduisait significativement le risque de mortalité associée à des concentrations extérieures élevées de PM<sub>2,5</sub> de 0,55 %, toutes causes de décès confondues (réduction du risque de mortalité = -0,55; IC 95 % = -1,95 à 0,85;  $p = 0,05$ ), et de 2,08 % pour les causes respiratoires (IC 95 % = -1,47 à 0,31;  $p = 0,04$ ). Quant à la faible proportion d'individus possédant un climatiseur (25<sup>e</sup> percentile = 45 %), elle avait pour effet d'augmenter le risque de mortalité respectivement de 1,01 %, toutes causes de décès confondues (IC 95 % = -0,30 à 2,32),

et de 0,76 % pour les causes respiratoires (IC 95 % = -1,38 à 2,90). Ainsi, le fait de posséder un climatiseur central expliquerait 35 % de la diminution des décès de causes générales ainsi que 60 % des décès occasionnés par des problèmes respiratoires lors des périodes estivales caractérisées par des concentrations élevées de PM<sub>2,5</sub>.

Dans l'étude de Bell *et al.* (2009), menée dans 168 villes américaines de 1999 à 2005, le fait de posséder un climatiseur central n'avait pas d'effet significatif sur la réduction du risque de mortalité associée aux concentrations de PM<sub>10</sub> chez les personnes de 65 ans et plus en période estivale (de juin à août). Ce phénomène a été observé tant pour les climatiseurs centraux (2,0 % [IC 95 % = -60,3 à 64,3]) que pour tous types de climatiseurs confondus (29,9 % [IC 95 % = -84,0 à 144]).

### **Effet du climat local**

Au cours des deux dernières décennies, certains auteurs (Bobb *et al.*, 2014; Braga *et al.*, 2001; Curriero *et al.*, 2002; Nordio *et al.*, 2015) se sont intéressés à l'effet du climat local sur la relation entre la climatisation et le risque de mortalité. L'étude de Braga *et al.* (2001), réalisée dans 12 villes américaines pour la période de 1986 à 1993, a montré que le risque de décès liés à la chaleur variait d'une région à l'autre. Ainsi, le climat local d'une ville (variation des températures estivales locales) pourrait expliquer 64 % de la variation du logarithme du risque relatif de décès associés à la chaleur ( $r = 0,0031$ ; erreur type [se] = 0,0007), contre seulement 33 % ( $r = -0,0016$ ; se = 0,0007) pour ce qui est de la proportion de ménages urbains possédant un climatiseur. Selon les auteurs, ces résultats indiquent qu'en général la population des régions chaudes supporte généralement mieux la chaleur, puisqu'elle y est plus fréquemment exposée.

L'étude de Curriero *et al.* (2002), réalisée dans 12 villes américaines au cours de la même période (1986-1993), a montré que le risque de mortalité associée à la chaleur variait en fonction de la latitude de la ville, le RR de décès liés à la chaleur étant plus élevé pour les résidents des villes situées plus au nord. Les auteurs ont aussi constaté une corrélation entre une augmentation de 10 % de la proportion de la population possédant un climatiseur et une diminution significative du risque de décès de 0,77 % (RR = -0,77 %;  $p \leq 0,05$ ), celle-ci étant un peu plus marquée (1,4 %) lorsqu'ajustée pour la latitude (RR = -1,40 %;  $p \leq 0,05$ ).

L'étude de Bobb *et al.* (2014), menée dans 105 villes américaines pour la période de 1987 à 2005, a révélé une diminution significative du risque de décès associés à une augmentation de la température de 10 °F (5,6 °C) pour l'ensemble de la population en dépit de l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur aux États-Unis. Même si la diminution du risque de mortalité était légèrement plus importante dans les villes où la proportion de ménages possédant un climatiseur central était plus élevée, cette association n'était pas significative. Selon les auteurs, cela laisse croire que d'autres facteurs, tels que le déclin des facteurs de risques cardiovasculaires (p. ex., tabagisme, niveaux de cholestérol), l'amélioration

des systèmes d'avertissement lors des vagues de chaleur ou l'adaptation physiologique à la chaleur, pourraient expliquer la baisse observée.

L'étude de Nordio *et al.* (2015), réalisée dans 211 villes américaines pour la période de 1962 à 2006, a montré qu'un climat local plus chaud (températures moyennes estivales d'une ville) était associé à une plus forte réduction du risque de mortalité que la climatisation. En effet, il existe une corrélation entre une augmentation de 50 % de la proportion de ménages possédant un climatiseur et une diminution de 1,37 % (IC 95 % = 0,48 à 2,26) du risque de mortalité liée à la chaleur, alors qu'une augmentation de 5 °C du climat local (températures moyennes estivales) est associée à une diminution de 1,78 % du risque de décès (IC 95 % = 0,82; 2,74). Selon les auteurs, l'adaptation physiologique à la chaleur de même que d'autres facteurs – qu'ils n'ont pas décrit en détail ni leur contribution relative – pourraient expliquer ces résultats.

#### **4.1.2 Effets de la climatisation sur les hospitalisations et la morbidité**

L'exposition à un stress thermique important peut causer ou exacerber différents problèmes de santé (ex. : coup de chaleur non mortel, maladies cardiovasculaires, respiratoires, rénales, etc.). Ainsi, certains auteurs (Cardoza *et al.*, 2020; Gronlund *et al.*, 2016; Kilbourne *et al.*, 1982; Ostro *et al.*, 2010; Ranadive *et al.*, 2021; Y. Wang *et al.*, 2016; Y. Zhang *et al.*, 2016) se sont intéressés aux effets de la climatisation sur la prévention des hospitalisations ou des problèmes de santé liés à la chaleur. D'autres études se sont plutôt intéressées aux problèmes de santé liés à l'usage d'un appareil de climatisation en lien avec l'exposition à certains contaminants physico-chimiques ou microbiologiques (Bell *et al.*, 2009; Gao *et al.*, 2016; Graudenz *et al.*, 2005; Janssen *et al.*, 2002; Y.-H. Lee *et al.*, 2020; W. Li *et al.*, 2020; Medina-Ramón *et al.*, 2006; Reponen *et al.*, 2011; Sahakian *et al.*, 2009; M. S. Zuraimi *et al.*, 2007; Mohamed Sultan Zuraimi *et al.*, 2011). La majorité des études présentées dans cette section ont été effectuées aux États-Unis (n = 11); les autres ont été réalisées à Singapour (n = 2), en Australie (n = 2), en Chine (n = 2), en Inde (n = 1), au Brésil (n = 1) et en Corée du Sud (n = 1). Plusieurs évoquent les avantages de la climatisation concernant la réduction des risques d'hospitalisation et de morbidité liés à la chaleur, tandis que d'autres traitent plutôt des effets néfastes des contaminants chimiques et microbiologiques sur la santé respiratoire.

L'étude cas-témoin de Kilbourne *et al.* (1982), réalisée aux États-Unis au cours d'une vague de chaleur, portait notamment sur les facteurs de risque liés à la morbidité chez les adultes de tout âge. Ainsi, les auteurs ont montré que climatiser son logement au moins une heure par jour réduisait le risque d'hospitalisation pour coup de chaleur non mortel (RR = 0,93; IC 95 % = 0,89 à 0,98), tout comme passer plus de temps dans un lieu public climatisé (RR = 0,27; IC 95 % = 0,11 à 0,65). De plus, en Australie, Zhang *et al.* (2016) se sont intéressés aux facteurs de risque (p. ex., maladies cardiovasculaires préexistantes, démence) et de protection (p. ex., niveau d'éducation plus élevé, présence d'un climatiseur dans la chambre à coucher, bouton d'urgence, pratique d'activités sociales) réduisant le risque d'hospitalisation chez des adultes (n = 143) lors

d'une vague de chaleur. Selon les auteurs de cette étude, la présence d'un climatiseur dans la chambre à coucher constitue un important facteur de protection (RC ajusté = 0,12; IC 95 % = 0,02; 0,74) réduisant le risque d'hospitalisation liée à la chaleur d'au moins 80 %. Dans une étude réalisée en Inde, Ranadive *et al.* (2021) ont obtenu des résultats similaires. En effet, pour les participants (n = 480), le fait de se trouver dans un endroit climatisé à l'arrivée des ambulanciers réduisait de façon significative le risque d'épuisement par la chaleur. De même, les résultats de l'étude menée par Cardoza *et al.* (2020) auprès de 101 résidents de la ville de Détroit ont révélé que les adultes habitant un logement non climatisé risquent davantage d'éprouver des problèmes de santé liés à la chaleur que ceux occupant un logement climatisé.

Une étude australienne, réalisée par Carter, Field, Oppermann et Brearley (2020), s'est intéressée aux effets de la climatisation sur la santé d'une cohorte de travailleurs extérieurs (n = 179). Les résultats ont montré que l'accès à un local climatisé pendant la journée de travail réduirait le risque de symptômes de stress thermique chroniques (RC = 0,5, IC 95 % = 0,3 à 0,7, p < 0,001) ou sévères (RC = 0,7, IC 95 % = 0,5 à 0,9, p = 0,019).

### **Effet du climat local**

Dans une étude de cohorte réalisée dans 1 916 comtés américains auprès d'âinés de 65 ans et plus pour la période de 1999 à 2010, Wang *et al.* (2016) se sont intéressés aux hospitalisations pour coups de chaleur survenues lors de vagues de chaleur, soit après deux jours consécutifs d'exposition à des températures moyennes supérieures au 97<sup>e</sup> centile. Les auteurs ont constaté qu'une augmentation de 10 % de la proportion de personnes possédant un climatiseur central réduisait de 28 % (IC 95 % = 9 à 43) le risque d'hospitalisation pour coup de chaleur chez les 65 ans et plus. C'est d'ailleurs le seul facteur de protection associé à une réduction significative du risque : les autres facteurs environnementaux étudiés (indice de couvert végétal, densité de population, températures moyennes estivales, HR, vitesse du vent, couvert nuageux ou concentration d'ozone [O<sub>3</sub>]) se sont avérés non significatifs. En outre, les auteurs ont remarqué que le risque d'hospitalisation était similaire pour les mois de juin et de juillet, mais significativement plus faible pour le mois d'août (interaction juillet à juin p = 0,78; interaction août à juin p = 0,03), ce qui dénote une possible adaptation à la chaleur à la suite d'une exposition régulière au cours de l'été. De même, le RR était plus élevé dans le nord-est (RR = 25,5; IC 95 % = 14,9 à 43,6) et l'ouest (RR = 13,4; IC 95 % = 7,5 à 24,2) des États-Unis que dans le centre nord-ouest (RR = 2,9; IC 95 % = 0,9 à 8,9), ce qui indiquerait une plus grande tolérance à la chaleur de la population des régions au climat plus chaud. Toutefois, le RR n'était pas significativement différent d'un groupe d'âge à l'autre (interaction entre 75-85 vs 65-75 p = 0,82; interaction pour 75 et plus vs 65-75 p = 0,76).

Selon les résultats de l'étude de Guirguis *et al.* (2018), le risque d'hospitalisation pour un problème de santé lié à la chaleur est significativement plus élevé chez les résidents de la région côtière du comté de San Diego, où la proportion de ménages possédant un climatiseur central

est inférieure à la médiane lors des journées chaudes (> 35 °C) par rapport aux journées plus fraîches. Par ailleurs, les températures sur la côte sont généralement plus fraîches que celles des deux autres zones climatiques étudiées (agricoles et désertiques), ce qui expliquerait que les résidents côtiers sont moins bien acclimatés à la chaleur et qu'une plus faible proportion d'individus possède un climatiseur.

### Effet de l'âge

L'étude d'Ostro *et al.* (2010), réalisée en Californie, traitait des hospitalisations survenues entre les mois de mai et septembre pour la période de 1999 à 2005. Selon les résultats, une augmentation de 10 % de la proportion d'adultes possédant un climatiseur (de type central et de fenêtre confondus) réduisait significativement le risque d'hospitalisation au sein de cette population de 19,4 % pour pneumonie (IC 95 % = 5,3 à 33,5), de 11,5 % pour déshydratation (IC 95 % = 4,9 à 18,1), de 4 % pour coup de chaleur (IC 95 % = 1,9 à 6,0) et de 36,2 % pour cardiopathies ischémiques (IC 95 % = 4,6 à 67,6). De plus, une augmentation de 10 % de la proportion de la population possédant un climatiseur entraînait une réduction du risque absolu de morbidité (excès d'hospitalisation par variation de température de 5,6 °C). Toutefois, cette réduction n'était significative que chez les moins de 65 ans (maladies cardiovasculaires chez les 65 ans et plus = 0,76 % [IC 95 % = 0,29 à 1,22] vs moins de 65 ans = 0,46 % [IC 95 % = -0,01 à 0,92]; pneumonie et maladies pulmonaires obstructives chroniques [MPOC] chez les 65 ans et plus = 0,52 % [IC 95 % = 0,05 à 1,00] vs moins de 65 ans = 0,33 % [IC 95 % = -0,20 à 0,85]). Par ailleurs, lorsque les résultats étaient analysés séparément selon le type de climatiseur, posséder un climatiseur de fenêtre n'avait pas d'effet significatif sur la diminution des hospitalisations.

Gronlund *et al.* (2016) ont réalisé une étude dans 109 villes américaines pour la période de 1992 à 2006, afin d'évaluer le risque d'hospitalisation pour coup de chaleur ainsi que pour des problèmes respiratoires et rénaux chez les personnes de 65 ans et plus vivant à domicile lors de vagues de chaleur (soit après six jours consécutifs d'exposition à des températures maximales quotidiennes supérieures au 97<sup>e</sup> percentile). Les résultats ont montré que, dans les villes où une proportion élevée de ménages possédait un climatiseur (4<sup>e</sup> quartile), le risque d'hospitalisation était pratiquement nul pendant les périodes de chaleur comparativement aux périodes sans chaleur (RC ajusté = 3 %; IC 95 % = -2 à 9 %;  $p < 0,01$ ). Toutefois, dans les villes présentant la plus faible proportion de ménages disposant d'un climatiseur (1<sup>er</sup> quartile), ce risque augmentait significativement de 18 % (RC ajusté = 18 %; IC 95 % = 12 à 24). D'ailleurs, au 1<sup>er</sup> quartile, lorsque divisé en sous-groupes d'âge, le risque d'hospitalisation était significativement élevé dans les deux sous-groupes, soit chez les aînés de 78 ans et plus (RC ajusté = 24 %; IC 95 % = 17 à 32;  $p < 0,01$ ) et chez les 65-77 ans (RC ajusté = 12 %; IC 95 % = 6 à 19), alors qu'il était pratiquement nul pour les 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> quartiles de la distribution, pour les deux groupes d'âge concernés. Lorsque les causes d'hospitalisation étudiées étaient considérées individuellement, ces associations n'étaient toutefois pas significatives. Ces résultats indiquent donc que les

individus âgés de 65 ans et plus pourraient tirer de plus grands bénéfices sanitaires de l'utilisation de la climatisation.

### **Effets de la climatisation sur les hospitalisations en lien avec l'exposition aux contaminants chimiques**

L'utilisation de la climatisation en condition de bâtiment fermé permet d'éviter l'introduction non seulement d'air chaud et humide, susceptibles de nuire au fonctionnement de l'appareil, mais également de polluants extérieurs. Ainsi, les auteurs de certaines études répertoriées sur la relation entre la climatisation et le risque d'hospitalisation se sont intéressés plus particulièrement aux concentrations de contaminants chimiques de l'air extérieur en période estivale (ex. : PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>) (Bell *et al.*, 2009; Janssen *et al.*, 2002; Zuraimi *et al.*, 2011; Medina-Ramón *et al.*, 2006). Tout d'abord, Janssen *et al.* (2002) ont réalisé une étude sur les concentrations de PM<sub>10</sub> à l'intérieur des résidences de 14 villes américaines auprès des adultes de 65 ans et plus ayant été hospitalisés (pour maladies cardiovasculaires, MPOC et pneumonie) pendant la période de 1985 à 1994. Les résultats ont montré qu'une augmentation de la proportion de ménages urbains possédant un climatiseur équivalente à l'écart interquartile (1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quartiles) réduisait significativement le risque d'hospitalisation pour maladies cardiovasculaires de 50,5 % (se = 0,46 %; p < 0,01) (lag 0/1) et MPOC de 91,6 % (s = 27,9 %; p < 0,01) (lag 1/2). Quant au risque d'hospitalisation pour pneumonie, il diminuait de 52,8 % (s = 28,8 %; p < 0,10), mais de façon non significative. Selon ces résultats, la proportion de ménages urbains possédant un climatiseur a un effet plus marqué sur la réduction des hospitalisations pour maladies cardiovasculaires et MPOC que pour une pneumonie.

En outre, l'étude de Bell *et al.* (2009), effectuée dans 168 villes américaines auprès de personnes de 65 ans et plus hospitalisées pour des problèmes cardiovasculaires et respiratoires pendant la période de 1999 à 2005, a permis d'établir des constats similaires. Les auteurs rapportent qu'en été, en présence de concentrations extérieures élevées de PM<sub>2,5</sub>, une augmentation de 20 % de la proportion de la population possédant un climatiseur central réduisait significativement le risque d'hospitalisation pour problèmes cardiovasculaires de 79,5 % (IC 95 % = -143,0 à -15,7). Cette relation n'est toutefois pas significative au regard des hospitalisations pour problèmes respiratoires (38,6 %; IC 95 % = -160,0 à 82,6). Par ailleurs, à Singapour, Zuraimi *et al.* (2011) n'ont pas observé de relation significative entre la manifestation des symptômes allergiques ou d'asthme, la proximité de routes à forte densité de trafic et l'utilisation de la climatisation chez les enfants de 1 an à 6 ans nés avec une atopie (n = 3071). Cependant, les auteurs ont constaté une association significative entre la manifestation des symptômes d'asthme ou de rhinite et l'utilisation de la ventilation naturelle volontaire (ouverture et fermeture des fenêtres). Ils ont aussi rapporté une association significative entre la fréquence des rhinites (ratio de prévalence [RP] = 1,58, IC 95 % = 1,04 à 2,39; p < 0,05) et des rhino-conjonctivites (RP = 2,34, IC 95 % = 1,18 à 4,67; p < 0,05) et la ventilation naturelle en présence d'une forte densité de trafic et de concentrations élevées de PM<sub>2,5</sub>.

Enfin, Medina-Ramón, Zanobetti et Schwartz (2006) ont mené une étude dans 36 villes américaines auprès des personnes de 65 ans et plus ayant été hospitalisées pour MPOC et pneumonie de mai à septembre, entre 1986 et 1999. Ils ont souligné l'importance de la climatisation centrale comme facteur protecteur contre le risque d'hospitalisation. En effet, une augmentation de la proportion de ménages urbains possédant un climatiseur central équivalente à l'écart interquartile (1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quartiles) réduit significativement le risque d'hospitalisation pour pneumonie associée à la concentration d'O<sub>3</sub> (lag 2), celui-ci passant de 0,54 % (IC 95 % = 0,38; 0,70; p < 0,05) à 0,30 % (IC 95 % = 0,10; 0,49, p < 0,05) lorsque la proportion de ménages urbains possédant un climatiseur central est élevée. De plus, une augmentation de la proportion de ménages possédant un climatiseur central équivalente à l'écart interquartile (1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quartiles) réduit significativement le risque d'hospitalisation pour pneumonie associée aux concentrations de PM<sub>10</sub> (lag 0), celui-ci passant de 1,47 % (IC 95 % = 0,94 à 2,00; p < 0,05) à -0,11 % (IC 95 % = -0,79 à 0,57, p < 0,05) lorsque la proportion de ménages possédant un climatiseur central est élevée. Quant à la relation entre les hospitalisations pour MPOC et les concentrations de PM<sub>10</sub> ou d'O<sub>3</sub>, elle ne s'est pas avérée significative.

### **Effets de la climatisation sur la morbidité en lien avec l'exposition aux contaminants microbiologiques**

L'utilisation de la climatisation en condition de bâtiment fermé a pour effet d'abaisser le taux d'HR et de limiter l'introduction de contaminants de source extérieure (p. ex., pollens, spores et fragments de moisissures). Cette condition d'utilisation réduit ainsi la prolifération de contaminants microbiologiques de source intérieure, tels que les moisissures et les acariens, ainsi que la diffusion de contaminants microbiologiques provenant d'un appareil mal entretenu, ce qui pourrait affecter la santé des occupants.

Par exemple, aux États-Unis, dans l'étude de Reponen *et al.* (2011), les enfants de 7 ans nés avec une atopie et qui vivaient dans un environnement résidentiel à forte concentration de moisissures (Environmental Relative Moldiness Index [ERMI]) lorsqu'ils avaient 1 an risquaient au moins deux fois plus de souffrir d'asthme (RC ajusté, 2,4; 95 % IC = 1,04 à 5,73) que ceux habitant un endroit avec un faible indice ERMI. Selon cette étude, le fait de posséder un climatiseur était la seule caractéristique de l'environnement résidentiel réduisant significativement le risque d'atteindre un indice d'ERMI élevé (RC ajusté = 0,4; 95 % IC = 0,19 à 0,79) à domicile. En effet, la présence de tapis, l'utilisation d'un déshumidificateur, l'âge de la maison et l'espèce de moisissure<sup>11</sup> présente n'étaient pas associés significativement au risque d'un indice d'ERMI élevé à domicile.

---

<sup>11</sup> L'espèce de moisissure réfère à la typologie de l'ERMI proposée par l'Environmental Protection Agency (EPA) et visant à déterminer s'il existe une relation entre les moisissures présentes dans les environnements intérieurs et les problèmes de santé liés à l'asthme. Afin de réduire le coût de cette analyse, le nombre d'espèces testées est limité à celles contenant une certaine concentration moyenne de cellules par milligramme de poussière. Ces espèces sont ensuite classées en groupes selon leur coefficient de variation.

En Chine, Gao *et al.* (2016) ont, quant à eux, rapporté que l'utilisation quotidienne de la climatisation en période estivale (RC = 1,38; IC 95 % = 1,02 à 1,87), tout comme l'exposition occasionnelle (RC = 1,50; IC 95 % = 1,13 à 2,01) ou fréquente (RC = 2,41; IC 95 % = 1,50 à 3,85) à des moisissures ou à des taux d'humidité élevés (RC = 1,38; IC 95 % = 1,02-1,87), augmentait significativement les risques de symptômes de rhinosinusite chronique dans la population étudiée, constituée d'individus de tout âge (n = 10 633).

Par ailleurs, dans une étude réalisée à Singapour, Zuraimi *et al.* (2007) ont rapporté que les risques de quintes de toux (taux de prévalence [PR]<sup>12</sup> = 1,25; IC 95 % = 1,00 à 1,56) et d'infections des voies respiratoires inférieures (PR 1,44, IC 95 % = 1,12 à 1,86) chez les enfants d'âge préscolaire étaient significativement plus élevés dans les garderies utilisant un système de climatisation sans conduit (de type bibloc) que dans celles ayant recours à la ventilation naturelle. Selon les auteurs, il est probable que la présence d'agents biologiques pathogènes dans les systèmes de climatisation et de ventilation ait contribué à la manifestation des symptômes observés. Les auteurs se sont aussi intéressés à la concentration de certains contaminants chimiques de l'air intérieur dans les milieux de garde, qui provenaient du trafic routier environnant. Ainsi, les concentrations de PM<sub>2,5</sub> et d'O<sub>3</sub>, associées à la pollution atmosphérique extérieure, s'avéraient plus faibles dans les garderies climatisées. Cependant, les concentrations de CO<sub>2</sub> et de bactéries d'origine humaine, associées à la présence des occupants à l'intérieur, étaient beaucoup plus élevées.

Finalement, l'étude américaine de Sahakian *et al.* (2009) portait sur des adultes travaillant dans des bureaux climatisés et non climatisés (n = 4345), qui avaient ou non la climatisation à la maison. Les résultats ont révélé une forte corrélation entre la présence d'un climatiseur à domicile et la consultation d'un omnipraticien ou d'un pneumologue au cours de l'année précédente (médecin de soins primaires = 1,06 IC 95 % = 1,03 à 1,10 p < 0,05; pneumologue = 1,58; IC 95 % = 1,12 à 2,24 p < 0,05). Selon les auteurs, la présence de condensation et d'humidité excessive dans le système de climatisation, qui favoriserait la prolifération de contaminants microbiologiques, constituerait une explication possible.

### **Autres effets potentiellement associés à l'utilisation de la climatisation**

Certaines études ont mis en lumière les effets secondaires possiblement liés à l'utilisation de la climatisation. Par exemple, au Brésil, Graudenz *et al.* (2005) ont rapporté que la climatisation en milieu de travail était significativement associée à certains symptômes respiratoires autorapportés par les adultes, tels qu'une toux persistante (RC = 3,04, IC 95 % = 2,00 à 4,63) et des symptômes liés aux voies nasales supérieures (RC = 1,59, IC 95 % = 1,11 à 2,28) et naso-oculaires (RC = 1,58, IC 95 % = 1,05 à 2,38) et à la sinusite (RC = 1,85, IC 95 % = 1,27 à 2,71).

---

<sup>12</sup> Le taux de prévalence, ou *prevalence ratio*, est la proportion des cas d'une maladie ou de tout autre événement morbide observée dans un milieu déterminé pendant une période donnée, par rapport au nombre d'individus susceptibles d'être affectés par cet événement pendant la même période. Source : [Le grand dictionnaire terminologique](#).

Selon les auteurs, la toux est un symptôme non spécifique et pourrait notamment être associée à une irritation ou à une inflammation des voies respiratoires. Par ailleurs, les symptômes des voies respiratoires inférieures rapportés dans cette étude (p. ex., épisodes de respiration sifflante ou d'essoufflement dans la poitrine) n'étaient toutefois pas associés à l'utilisation de la climatisation. Selon d'autres auteurs, ces effets négatifs pourraient être occasionnés par une utilisation prolongée des dispositifs de climatisation ou par leur réglage à de basses températures. En effet, d'après les résultats de l'étude sud-coréenne de Lee *et al.* (2020), les participants (n = 1000) qui utilisaient la climatisation plus de 10 heures par jour en semaine risquaient davantage de présenter des symptômes négatifs liés à la climatisation, surnommés « *air-conditioningitis* » (p. ex., sécheresse des muqueuses nasales, oculaires, buccales ou de la gorge, myalgies, céphalées), (RC = 1,53, IC 95 % = 1,12 à 2,09) et de consulter un professionnel de la santé (RC = 1,77, IC 95 % = 1,21 à 2,59). Quant aux participants qui réglaient le climatiseur à 24 °C ou moins, ils risquaient davantage de rapporter des désordres allergiques (RC = 1,55, IC 95 % = 1,04 à 2,30), sans que les auteurs précisent les fondements d'une telle affirmation. Finalement, ceux qui faisaient fonctionner la climatisation pendant la nuit risquaient davantage de présenter des désordres respiratoires (RC = 1,90, IC 95 % = 1,20 à 2,99) et des symptômes négatifs liés à la climatisation (RC = 1,61, IC 95 % = 1,15 à 2,27). De plus, Li *et al.* (W. Li *et al.*, 2020) ont observé que l'utilisation d'un climatiseur résidentiel plus de huit heures par jour au cours de l'été augmentait significativement l'incidence de l'asthme (RC = 1,99, IC 95 % = 1,104 à 3,603), de la bronchite (RC = 1,62, IC 95 % = 1,286 à 2,036) et de la rhinite allergique (RC = 1,51, IC 95 % = 1,129 à 2,017) chez les enfants de 6 à 13 ans en Chine (n = 2 126).

## 4.2 Effets de la climatisation sur le confort thermique et les changements physiologiques

La climatisation peut avoir des effets sur le confort thermique et certains processus physiologiques. Les auteurs de quelques études (n = 12) ont tenté de déterminer les modalités d'utilisation de la climatisation permettant de satisfaire le confort thermique d'une majorité d'occupants de divers milieux climatisés, de favoriser le bon fonctionnement de l'organisme et de minimiser les conséquences néfastes d'une utilisation accrue. Certaines études parmi celles retenues ont été réalisées dans des pays où le climat diffère de celui du Québec : Chine (n = 4), États-Unis (n = 3), Singapour (n = 2), Taïwan (n = 1), Iran (n = 1), Turquie (n = 1). Par conséquent, les seuils de confort thermique évoqués dans ces études ne peuvent pas toujours être comparés entre eux ou être applicables au contexte québécois. Les grandes tendances qui s'en dégagent demeurent toutefois pertinentes.

Tableau 1 Principaux constats sur le confort thermique et certains changements physiologiques

Références et pays	Constats généraux
<b>Température optimale</b>	
<b>Cedeño Laurent et al. (2018), États-Unis</b>	La température optimale favorisant le sommeil et l'exécution des fonctions cognitives était de 22 °C. Tout écart avec cette température optimale, à la hausse comme à la baisse, pouvait affecter la durée du sommeil, le temps de réaction et la mémoire de travail servant à l'exécution de tâches.
<b>Abbasi, Motamedzade, Aliabadi, Golmohammadi et Tapak (2019), Iran</b>	La température optimale favorisant l'exécution des fonctions cognitives était de 22 °C. Tout écart avec cette température optimale, à la hausse comme à la baisse, pouvait affecter l'exactitude des tâches effectuées, et engendrer une augmentation significative de la fréquence cardiaque et respiratoire ainsi que du ratio de fréquence cardiaque (LF/HF <sup>13</sup> ).
<b>Williams et al. (2019), États-Unis</b>	La température optimale favorisant l'exécution des fonctions cognitives était de 24 °C. Tout écart avec cette température optimale, à la hausse comme à la baisse, pouvait augmenter la fréquence cardiaque et la réponse galvanique cutanée <sup>14</sup> .
<b>Yigit, Atmaca, Arslanoglu et Sivrioglu (2015), Turquie</b>	Des températures de 24 °C et de 26 °C, soit celles généralement maintenues dans les milieux climatisés, faciliteraient l'exécution de mouvements de rotation cervicale <sup>15</sup> , alors que des températures de 20 °C et de 22 °C limiteraient l'exécution de ces mouvements. Une plus grande vitesse moyenne de l'air (0,4 m/s, 0,6 m/s) limiterait également l'exécution de mouvements de rotation cervicale.
<b>Zhang, Zhang et Khan (2019), Chine</b>	Les individus du groupe avec climatiseur central ressentaient une température neutre de 26,8 ± 1,4 °C, comparativement à 26,6 ± 1,5 °C pour ceux du groupe avec climatiseur sans conduit (de type bibloc). Il n'y avait pas de différence statistiquement significative entre les deux groupes (p = 0,420).

<sup>13</sup> Le ratio LF/HF, soit le ratio des basses fréquences cardiaques/hautes fréquences cardiaques, correspond à l'équilibre entre les systèmes sympathique et parasympathique, ce qui permet de refléter l'activité du système nerveux autonome. Or, certains auteurs critiquent l'utilisation de ce ratio (Billman, 2013; Marsac, 2013; Milicević, 2005; Shaffer et Ginsberg, 2017).

<sup>14</sup> La réponse galvanique cutanée (*galvanic skin response* [GSR]) est considérée comme une indication transitoire de l'excitation du système nerveux autonome. Elle mesure la conductivité électrique cutanée et dépend du degré d'humidité de la peau (ou niveau de sueur). C'est une technique de neuromarketing reconnue pour mesurer les réactions émotionnelles à des produits ou à des marques, puisque l'humidité cutanée est liée au système nerveux. La GSR est l'un des composants du polygraphe (détecteur de mensonge). Puisqu'il ne s'agit pas d'une réponse spécifique à la chaleur, elle peut être utilisée en psychologie, chez certains patients épileptiques, etc. (Sharma et al., 2016).

<sup>15</sup> Selon les auteurs, les individus qui travaillent ou résident dans des lieux climatisés se plaignent souvent de limitations des mouvements de rotation cervicale (courbatures, raideur cervicale et difficulté à bouger le cou, particulièrement lors de la rotation de la tête vers les côtés, ce qui s'apparente au torticolis), qui pourraient être influencées par certaines conditions environnementales (p. ex., température, humidité).

Tableau 1 Principaux constats sur le confort thermique et certains changements physiologiques (suite)

Références et pays	Constats généraux
<b>Variations de température</b>	
<b>Chen, Hwang, Chang et Lu (2011), Taïwan</b>	Parmi les résultats rapportés, une variation négative de température de 8 °C lors du passage d'une chambre contrôlée à 32 °C à une autre chambre contrôlée à 24 °C (représentant respectivement les températures d'un lieu non climatisé et climatisé) pouvait provoquer certains changements physiologiques : diminution de la température et de l'humidité cutanées, de la perte d'eau transépidermique et inconfort thermique marqué.  Une variation positive ou négative de 4 °C par rapport à la chambre contrôlée à 24 °C limitait ces changements physiologiques à la température cutanée.
<b>Yu et al. (2012), Chine</b>	Une variation positive de température de 10 °C lors du passage d'une chambre contrôlée à 26 °C à une autre chambre contrôlée à 36 °C (représentant respectivement les températures d'un lieu climatisé et non climatisé) pouvait provoquer certains changements physiologiques : augmentation de la température cutanée et du ratio LF/HF, diminution du volume de transpiration et du niveau de protéine de choc thermique (HSP70 <sup>16</sup> ) et inconfort thermique marqué chez les individus exposés quotidiennement à la climatisation par rapport à ceux exposés quotidiennement à la ventilation naturelle.
<b>Plage de confort thermique perçu</b>	
<b>Lee et Shaman (2017), États-Unis</b>	L'utilisation de la climatisation permettait d'atteindre un plus grand confort thermique. Une utilisation en continu (24 h/24) ou à une température trop froide entraînait seulement une faible augmentation du confort thermique par rapport à une utilisation ciblée (période donnée).
<b>Yang et Zhang (2008), Chine</b>	Le confort thermique des occupants des bâtiments climatisés se situait à une température neutre un peu plus froide ( $T_n = 27,7$ °C) et à l'intérieur d'une plage de température un peu plus restreinte (25,1 à 30,3 °C) que celui des occupants des bâtiments ventilés naturellement ( $T_n = 28,3$ °C, plage de température acceptable 25,0 à 31,6 °C).
<b>Lau, Zhang et Tao (2019), Singapour</b>	Le confort thermique des occupants des bâtiments climatisés se situait à une température neutre un peu plus froide ( $T_n = 26,7$ °C) et à l'intérieur d'une plage de température un peu plus restreinte (24,6 à 28,9 °C) que celui des occupants des bâtiments ventilés naturellement ( $T_n = 27,8$ °C, plage de température acceptable 23 à 32,6 °C) ou hybrides ( $T_n = 29,5$ °C, plage de température acceptable 25,2 à 33,7 °C).
<b>Plage de confort thermique perçu (suite)</b>	
<b>Zhang, Zhang et Khan (2019), Chine</b>	La plage de température acceptable à 90 % était un peu plus restreinte pour le groupe avec climatiseur central (24,8 et 27,4 °C) que pour celui avec climatiseur sans conduit (de type bibloc) (24,4 et 30,1 °C).
<b>Wu, Li, Peng et Li (2019), Chine</b>	Les étudiants habitant une résidence non climatisée toléraient une température neutre de 0,7 °C plus élevée que ceux habitant une résidence climatisée (26,2 °C par rapport à 25,5 °C). La limite supérieure de l'intervalle de température acceptable à 90 % était de 28 °C pour le groupe habitant une résidence non climatisée, soit 0,7 °C de plus que le groupe habitant une résidence climatisée (27,3 °C).
<b>Chen et Chang (2012), Singapour</b>	La climatisation réglée à des températures trop froides dans les immeubles de bureaux ( $T_{moy} = 24,4$ °C) causait un inconfort thermique aux occupants. Pour y remédier, ceux-ci ont eu recours à des stratégies comportementales, comme le port de vêtements supplémentaires.

<sup>16</sup> La protéine de choc thermique est une protéine dont la synthèse est déclenchée, dans une cellule vivante, par une élévation rapide de la température de l'environnement au-delà d'un certain seuil. Il existe un certain nombre de familles de protéines de choc thermique, qui sont classées d'après leur poids moléculaire (ex. : HSP60, HSP70, HSP90, HSP110). En jouant un rôle protecteur contre les agressions thermiques, les HSP assurent la survie des cellules. Source : [Le grand dictionnaire terminologique](#).

## Température optimale de la climatisation

Les auteurs de quatre études ont tenté de déterminer la température idéale à atteindre par l'utilisation de la climatisation, afin de minimiser les effets potentiellement néfastes de l'exposition à une température trop élevée ou trop basse. Dans une étude de cohorte menée auprès d'étudiants ( $n = 44$ ) habitant des résidences universitaires climatisées (central) et non climatisées (ventilation naturelle accessible) du Grand Boston (États-Unis), Cedeño Laurent *et al.* (2018) se sont intéressés aux effets possibles des perturbations du sommeil dues à la chaleur sur les fonctions cognitives. Pour ce faire, les auteurs ont utilisé des tests cognitifs (temps de réaction et mémoire de travail), que les participants effectuaient chaque matin pendant une vague de chaleur. Les résultats indiquent, entre autres, que les occupants de bâtiments non climatisés présentaient une diminution des fonctions cognitives (temps de réaction et mémoire de travail) de 4,1 à 13,4 % par rapport à ceux ayant dormi dans des bâtiments climatisés. Suivant une courbe en U<sup>17</sup>, l'association entre la température et le temps de réaction de Stroop<sup>18</sup> montre que dormir à une température de 22 °C optimisait les performances aux tests. Cette courbe indique également que l'exposition à des températures trop froides au cours de la période de sommeil peut entraîner un déclin des performances cognitives (rapidité du traitement de l'information) semblable à celui provoqué par l'exposition à des températures chaudes. Autre résultat notable, la fréquence cardiaque des occupants de bâtiments non climatisés a augmenté significativement par rapport à celle des occupants de bâtiments climatisés pendant les nuits les plus chaudes (différence moyenne : 2,39 bpm; IC 95 % : 2,28-2,56 bpm). Elle a toutefois diminué lors des deux jours suivant la période de chaleur, bien que la température soit demeurée élevée (moyenne  $T_{\text{ext,max}} = 28,1$  °C; *range* = 27,8-28,3 °C). Selon les auteurs, ce phénomène pourrait traduire une certaine adaptation physiologique à la chaleur après une exposition à des températures élevées pendant cinq jours consécutifs (moyenne  $T_{\text{ext,max}} = 33,4$  °C; *range* = 27,8-35,6 °C).

L'étude expérimentale d'Abbasi *et al.* (2019), conduite auprès de jeunes adultes ( $n = 35$ ), portait également sur les effets de la température des milieux intérieurs sur certaines fonctions exécutives du cerveau. Lors de quatre expositions (50 min) à quatre températures différentes (18 °C, 22 °C, 26 °C et 30 °C) réalisées en chambre d'exposition climatisée, les participants ont effectué un test informatisé au cours duquel ils devaient accomplir diverses tâches de précision et de rapidité selon une charge de travail variable (faible, moyenne et élevée). À l'instar des travaux de Cedeño Laurent *et al.*, (2018), cette étude a révélé qu'une température de 22 °C s'avère favorable au bon fonctionnement des fonctions exécutives du cerveau. En revanche, une exposition à des températures plus basses (18 °C) ou plus élevées (30 °C) atténue

---

<sup>17</sup> Voir figure 3 de l'étude de Cedeño Laurent *et al.* (2018).

<sup>18</sup> Utilisé notamment en psychologie, le temps de réaction de Stroop désigne l'interférence, c'est-à-dire le ralentissement du temps de réaction, qui est produite par une information non pertinente au cours de l'exécution d'une tâche cognitive. Le test des couleurs de Stroop, qui consiste à lire à voix haute la couleur de l'encre dans laquelle sont écrits des mots qui sont eux-mêmes des noms d'autres couleurs (p. ex., le mot « rouge » écrit à l'encre verte), est le plus souvent employé pour observer cet effet.

Source : [Studies of Interference in Serial Verbal Reactions](#).

significativement leurs performances. Par ailleurs, ces températures, plus froides et plus chaudes, augmentent significativement la fréquence cardiaque et respiratoire et le ratio LF/HF, ce qui risque d'entraîner une certaine fatigue, une sensation d'épuisement mental pouvant notamment se manifester par une baisse de vigilance et de mémoire ainsi que par une diminution de la concentration.

Dans une étude de cohorte effectuée auprès de personnes âgées de plus de 55 ans habitant des logements sociaux climatisés (climatisation centrale) et non climatisés (ventilation naturelle volontaire), Williams *et al.* (2019) se sont intéressés à l'effet des paramètres de confort thermique (température, HR) sur certains biomarqueurs (fréquence cardiaque et réponse galvanique cutanée) ainsi que sur la qualité du sommeil (nombre de mouvements ou durée) et le confort thermique perçu par les occupants. Selon les résultats, la température intérieure moyenne, significativement plus élevée et variable dans les logements sociaux non climatisés ( $T_{\text{moy}} = 25,6 \text{ °C}$ ) que dans ceux climatisés ( $T_{\text{moy}} = 23,2 \text{ °C}$ ,  $p < 0,001$ ), provoquait un inconfort thermique plus prononcé chez les occupants des logements sociaux non climatisés (presque 75 % de ces participants vs moins de 25 % des occupants de logements climatisés). En outre, les températures intérieures moyennes étaient significativement associées à la fréquence cardiaque ainsi qu'à la réponse galvanique cutanée, suivant une courbe en U<sup>19</sup>. Par conséquent, la température optimale (24 °C) permettait de réduire l'activité physiologique, alors que des températures supérieures ou inférieures provoquaient une augmentation significative de la fréquence cardiaque et de la réponse galvanique cutanée. À cet égard, l'augmentation marquée de la réponse galvanique cutanée, majoritairement observée chez les occupants des logements sociaux non climatisés, avait pour effet d'accélérer considérablement la perte d'eau par sudation. Toutefois, les habitudes d'hydratation de ces participants n'étaient pas significativement différentes en présence de températures plus élevées, ce qui les rendait plus sensibles à la déshydratation. Dans cette étude, la température intérieure n'avait pas d'effet significatif sur la qualité du sommeil.

L'étude expérimentale de Yigit *et al.* (2015), réalisée en chambre d'exposition auprès d'hommes adultes ( $n = 25$ ), portait sur l'évaluation de l'amplitude des mouvements cervicaux au regard de trois paramètres environnementaux : la température (20 °C, 22 °C, 24 °C, 26 °C), l'HR (40 %, 60 %, 80 %), la vitesse moyenne de l'air (0,2 m/s, 0,4 m/s, 0,6 m/s) ainsi que deux types de peau (sèche ou humide). Chacun des paramètres a été évalué individuellement (après 2 h et 24 h) pendant une exposition de 120 minutes à un poste d'ordinateur. Les résultats ont montré qu'une température de l'air de 20 °C ou 22 °C (indépendamment du type de peau) et une vitesse moyenne de l'air de 0,4 m/s ou 0,6 m/s (lorsque la peau était humide) réduisaient significativement l'amplitude de certains mouvements cervicaux, soit les rotations vers la droite ( $p < 0,05$ ) et vers la gauche ( $p < 0,05$ ). L'HR de l'air ambiant n'avait pas d'effet significatif sur la réduction des mouvements cervicaux.

---

<sup>19</sup> Voir figure 4 de l'article de Williams *et al.* (2019).

### Variations de température

Les auteurs de deux études expérimentales réalisées en chambres d'exposition se sont plutôt intéressés au fait d'être exposé à d'importantes variations de température lors du passage d'une zone froide à une zone chaude, ou inversement, afin de reproduire l'entrée ou la sortie d'un bâtiment climatisé en période estivale. Ainsi, l'étude de Chen *et al.* (2011) a exposé de jeunes adultes ( $n = 16$ ) à des variations de température positives et négatives (4, -4 et -8 °C) lors du passage d'une chambre d'exposition simulant différentes températures extérieures (20, 28 et 32 °C) à une autre chambre simulant l'intérieur d'un bâtiment dont l'environnement thermique était considéré comme neutre (24 °C). Il est ressorti de cette étude qu'une variation de température négative de 8 °C est susceptible d'entraîner, entre autres changements physiologiques significatifs ( $p < 0,01$ ) : humidité cutanée, perte d'eau transépidermique et température cutanée accompagnée d'un fort sentiment d'inconfort thermique, pendant les premières minutes, avant de ressentir à nouveau une sensation de confort. En revanche, une variation positive ou négative de 4 °C restreignait ces changements physiologiques à la température cutanée ( $p < 0,01$ ) et limitait la manifestation d'inconfort thermique.

À partir de certains biomarqueurs de stress physiologique et du confort thermique, Yu *et al.* (2012) se sont intéressés à la capacité d'adaptation du corps humain lors d'une variation positive de température de 10 °C (entre deux chambres d'exposition, l'une simulant une température intérieure de 26 °C, et l'autre, une température extérieure de 36 °C) chez de jeunes adultes chinois ( $n = 20$ ). Dans cette étude, 10 participants étaient exposés quotidiennement à la ventilation naturelle, tant au bureau qu'à domicile, alors que les 10 autres étaient exposés à la climatisation au moins 10 heures par jour. Résultat : les participants exposés quotidiennement à la climatisation présentaient une température cutanée et un ratio LF/HF significativement plus élevés que les individus exposés quotidiennement à la ventilation naturelle. Ces changements physiologiques semblent indiquer que le corps subit un stress thermique. Toutefois, les participants exposés quotidiennement à la climatisation présentaient également un volume de transpiration ainsi qu'un niveau de protéine de choc thermique (HSP70) significativement plus faibles pouvant se traduire par une plus faible capacité à répondre à un stress thermique. Selon les auteurs, ces résultats font ressortir qu'une exposition quotidienne à la climatisation peut diminuer la capacité d'un individu à faire face à un stress thermique. De plus, les changements physiologiques observés peuvent s'accompagner d'un inconfort thermique, lequel est plus marqué chez les utilisateurs de la climatisation.

### Plage de confort thermique perçu

Certains auteurs se sont, par ailleurs, intéressés au confort thermique ressenti par les occupants exposés à la climatisation ainsi qu'à l'efficacité d'autres méthodes de rafraîchissement des espaces intérieurs, telle la ventilation naturelle. L'étude de Lee et Shaman (2017), réalisée à New York au moyen d'un questionnaire téléphonique ( $n = 706$ ), portait sur les stratégies d'adaptation et d'utilisation de la climatisation pour faire face à la chaleur pendant le sommeil. Les auteurs

ont montré que l'utilisation de la climatisation pendant le sommeil était significativement associée à la perception d'un plus grand confort thermique par rapport aux autres méthodes de rafraîchissement étudiées. Ce niveau de confort était significativement plus élevé chez les répondants possédant un climatiseur central que chez ceux disposant d'un climatiseur de fenêtre, même si cette augmentation s'avérait marginale ( $r = 0,12$ ,  $p < 0,01$ ). Par ailleurs, le fait d'utiliser la climatisation en continu ne permettait qu'une faible augmentation significative du confort thermique ( $r = 0,11$ ,  $p < 0,05$ ) par rapport à une utilisation ciblée (p. ex., seulement la nuit), et ce, indépendamment du type de climatiseur. De même, la diminution de la température de réglage ( $T_{\text{médiane}} = 21, \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $T_{\text{moy}} = 20,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ;  $se \pm 2,9 \text{ }^\circ\text{C}$ ) n'entraînait pas de bénéfices supplémentaires quant au confort thermique des participants. Selon les auteurs, ces résultats indiquent que l'utilisation de la climatisation (p. ex., durée et réglage de la température) pourrait être améliorée, afin de la rendre plus efficace sur le plan du confort thermique.

En Asie, trois études (Lau *et al.*, 2019; Wu *et al.*, 2019; Yang et Zhang, 2008) ont été menées afin de documenter les préférences en matière de plage thermique des occupants de bâtiments climatisés et non climatisés. Yang et Zhang (2008) ont réalisé une étude auprès d'occupants de bâtiments climatisés (AC) et d'occupants ne disposant que de la ventilation naturelle (VN) ( $n = 229$ ). Les auteurs ont effectué des régressions linéaires entre la sensation thermique (TSV<sup>20</sup>) et la température de fonctionnement ( $T_o = \text{operative temperature}^{21}$ ) afin de déterminer la température neutre ( $T_n^{22}$ ) et la plage de température acceptable<sup>23</sup> (satisfaisant au moins 80 % des occupants) pour chacun des deux groupes (AC et VN), en tenant compte de paramètres environnementaux (température ambiante, température radiante, HR, vitesse de l'air) et individuels (niveau d'isolation vestimentaire, sensation thermique, humidité perçue, sensation de courant d'air). Selon les résultats de ces régressions linéaires (AC  $R^2 = 0,57$ ,  $p < 0,0001$ ; VN  $R^2 = 0,47$ ,  $p < 0,0001$ ), la température considérée comme confortable était légèrement plus basse chez les occupants des bâtiments climatisés (AC =  $27,7 \text{ }^\circ\text{C}$ ; VN =  $28,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ). La plage de température jugée acceptable était aussi légèrement plus restreinte chez les occupants de bâtiments climatisés (AC =  $25,1\text{-}30,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ; VN =  $25,0\text{-}31,6 \text{ }^\circ\text{C}$ ). Les résultats de l'étude de Wu, Li, Peng et Li (2019), menée auprès d'étudiants de résidences climatisées et non climatisées, sont similaires. En effet, la température neutre pour le confort thermique des occupants des bâtiments climatisés (AC =  $25,7 \text{ }^\circ\text{C}$ ; VN =  $26,2 \text{ }^\circ\text{C}$ ) ainsi que la limite supérieure de la plage de température acceptable à 90 % (AC =  $27,3 \text{ }^\circ\text{C}$ ; VN =  $28 \text{ }^\circ\text{C}$ ) étaient légèrement inférieurs à ceux des bâtiments ventilés naturellement. Selon les auteurs, ces résultats indiquent que les étudiants

---

<sup>20</sup> La sensation thermique est liée à la façon dont les gens se sentent. Elle représente une expérience sensorielle et un phénomène psychologique (Parsons, 2014).

<sup>21</sup> La température de fonctionnement est la moyenne de la température de l'air et de la température radiante moyenne.

<sup>22</sup> La température neutre désigne une température ni trop chaude ni trop froide.

<sup>23</sup> Selon la norme 55-2013, Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, de l'ASHRAE, la plage de température acceptable correspond aux conditions thermiques dans lesquelles au moins 80 % des occupants trouveront une ambiance confortable.

de la résidence non climatisée pourraient tolérer et accepter des températures plus élevées, voire s’y adapter.

De même, l’étude de Lau *et al.* (2019), réalisée auprès d’occupants ( $n = 1043$ ) d’un campus universitaire composé de bâtiments climatisés (AC), de bâtiments à la ventilation hybride (HB<sup>24</sup>) et de bâtiments à la ventilation naturelle (VN), a permis d’établir des constats similaires. Pour ce faire, les auteurs ont procédé à une modélisation des paramètres environnementaux des sites étudiés (température ambiante, HR, vitesse moyenne de l’air) et des variables individuelles associées aux participants (âge, sexe, niveau d’isolation vestimentaire, taux métabolique). La température considérée comme neutre ( $T_n$ ) était plus basse chez les occupants des bâtiments climatisés ( $T_n$  AC = 26,7 °C;  $T_n$  HB = 29,5 °C;  $T_n$  VN = 27,8 °C) et la plage de température considérée comme acceptable plus restreinte pour ce même groupe d’individus (AC = entre 24,6 et 28,9 °C [ $\Delta T = 4,3$  °C]; HB = entre 25,2 et 33,7 °C [ $\Delta T = 8,5$  °C]; VN = entre 23 et 32,6 °C [ $\Delta T = 9,6$  °C]).

Une seule étude, réalisée en Chine, a comparé le confort thermique des occupants de bâtiments munis d’un climatiseur central (ACC) avec celui d’occupants de bâtiments dotés d’un climatiseur sans conduit (de type bibloc). Les résultats de l’étude de Zhang *et al.* (2019) n’ont révélé aucune différence significative entre les deux groupes quant à la température neutre (ACC = 26,8 ± 1,4 °C; mural bibloc = 26,6 ± 1,5 °C). Cependant, pour ce qui est de l’intervalle de température acceptable à 90 %, la limite supérieure était de 2,7 °C inférieure dans le groupe avec climatiseur central (ACC = 24,8 à 27,4 °C; mural bibloc = 24,4 à 30,1 °C). Selon les auteurs, les occupants des bâtiments avec climatiseur central montrent des capacités de thermorégulation plus faibles que ceux des bâtiments avec climatiseur de type bibloc parce que la température des bâtiments avec climatiseur central est plus fraîche, uniforme et stable à long terme.

### 4.3 Recommandations des organismes reconnus sur l’utilisation de la climatisation

L’examen de la littérature grise a permis de dégager les recommandations des principaux organismes reconnus quant à la climatisation. D’emblée, la plupart en préconisent l’utilisation lors des vagues de chaleur, sans nécessairement en baliser les modalités d’utilisation (EPA, 2006; OSHA, 2017; Santé Canada *et al.*, 2011). Par ailleurs, lorsqu’elles sont précisées, les recommandations relatives aux modes d’utilisation des appareils de climatisation, soit la température de réglage, la fréquence et la durée d’utilisation, sont orientées davantage vers la réalisation de gains énergétiques que de gains sanitaires.

---

<sup>24</sup> Dans cette étude, la ventilation hybride réfère à l’utilisation de la ventilation naturelle (p. ex., ouverture des fenêtres) et mécanique (p. ex., système de ventilation), mais pas de la climatisation.

### 4.3.1 Température de réglage du climatiseur

#### Plage de température

Sur les 37 organismes reconnus ayant été consultés, 11 ont tenté de déterminer une plage de température acceptable à laquelle régler le climatiseur. Toutefois, les seuils de température proposés (inférieurs ou supérieurs) diffèrent passablement d'un organisme à l'autre. Par exemple, Santé Canada (2011) conseille de régler la température du climatiseur à la température la plus élevée jugée confortable par les occupants, soit entre 22 °C et 26 °C (72 °F et 79 °F), afin de les rafraîchir tout en limitant les coûts énergétiques. Pour sa part, Ressources naturelles Canada (2012) suggère de régler la température entre 22 °C et 25 °C, selon les besoins des occupants. Quant au CCHST (2020), il indique que la température intérieure de 24,5 °C (dans une plage acceptable de 23 à 26 °C et une vitesse moyenne de l'air inférieure à 0,15 m/s) offre un confort thermique optimal dans les locaux pour bureaux pendant l'été. En Ontario, la Toronto Public Health (TPH, 2015) recommande plutôt de faire fonctionner le système de climatisation de façon que la température maximale ne dépasse pas 26 °C pendant l'été, sans toutefois préciser un seuil de température inférieur.

Aux États-Unis, l'ASHRAE recommande de maintenir la température intérieure entre 24 °C et 26,5 °C (75 °F à 80,5 °F) pendant l'été (NIOSH, 2015). Pour leur part, la National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) et le New York City Department of Health and Mental Hygiene (NYC DOHMH) suggèrent de maintenir la température des milieux intérieurs autour de 25-26 °C (O'Connor *et al.*, 2008). De même, en Europe, l'AFSSE conseille de préserver cette température aux environs de 25-26 °C (O'Connor *et al.*, 2008). Par ailleurs, au Royaume-Uni, le CIBSE indique que, pendant la nuit, une température de 24 °C correspond au seuil minimal à partir duquel des troubles du sommeil peuvent survenir, alors qu'une température supérieure à 26 °C dans la chambre à coucher correspond à un contexte de surchauffe pouvant causer d'importantes perturbations du sommeil (Quinn *et al.*, 2017).

Finalement, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) a longtemps soutenu que la plage de température comprise entre 18 et 24 °C présentait un risque minimal à la santé pour les personnes sédentaires (Ormandy et Ezratty, 2012). Toutefois, en 2018, dans une revue de la littérature systématique visant à réactualiser ces recommandations, l'OMS n'a pu réitérer que le seuil inférieur de 18 °C, puisque les preuves issues de la littérature se sont avérées insuffisantes pour reconduire le seuil supérieur de 24 °C (WHO, 2018). Ainsi, le seuil supérieur pourrait s'étendre au-delà de 24 °C. De plus amples recherches devront être réalisées à ce sujet afin de mieux déterminer les effets de la chaleur en milieu intérieur sur la santé des individus.

#### Écarts de température

Certains organismes proposent une plage de température définissant la variation de température maximum qui devrait être observée entre la température intérieure d'un bâtiment climatisé et la température ambiante extérieure. Cette approche présente certains avantages :

elle évite notamment aux occupants d'être exposés à une variation de température trop importante et soudaine, laquelle pourrait provoquer des effets physiologiques à l'entrée ou à la sortie d'un bâtiment climatisé, surtout lorsque les températures extérieures sont élevées. Par exemple, l'AFSSE (2004) rapporte qu'un écart entre la température intérieure et extérieure supérieur à 7 °C peut provoquer un choc thermique entraînant des frissons et des douleurs cervicales. De son côté, l'ASHRAE recommande de maintenir cette variation de température entre 8 et 12 °C (O'Connor *et al.*, 2008) en s'appuyant sur la mesure du Predicted Mean Vote (PMV<sup>25</sup>), laquelle se base sur une évaluation subjective du confort thermique.

**Tableau 2** Recommandations des organismes reconnus quant aux modalités d'utilisation du climatiseur en lien avec la température

Organisme (année)	Recommandations	Précisions
<b>Plages de température en milieu intérieur</b>		
ASHRAE (2017)	Entre 24 et 26,5 °C	Pendant l'été.
CIBSE (2016)	Température nocturne maximale de 24 °C	Seuil nocturne à partir duquel des troubles du sommeil peuvent être ressentis.
AFSSE, NOAA et NYC DOHMH (2008)	Maintenir la température autour de 25-26 °C	
OMS (2018)	Seuil inférieur de 18 °C	Des températures inférieures à 18 °C pourraient augmenter les risques de problèmes respiratoires (asthme, MPOC, infections) et cardiovasculaires (augmentation de la tension artérielle).
Ressources naturelles Canada (2012)	Entre 22 et 25 °C	Une température se rapprochant de 25 °C réduira les frais de climatisation.
Santé Canada (2011)	Entre 22 et 26 °C	Régler la température du climatiseur à la température la plus élevée jugée confortable par les occupants à l'intérieur de cette plage de température.
CCHST (2015)	Température optimale en été : 24,5 °C Plage de température intérieure acceptable : entre 23 et 26 °C Vitesse moyenne de l'air : inférieure à 0,15 m/s	Dans les locaux pour bureaux.
TPH (2015)	Température maximale de 26 °C	Absence de seuil inférieur.
<b>Écarts de température entre un milieu intérieur climatisé et l'extérieur</b>		
AFSSE (2004)	Éviter un écart avec la température extérieure supérieur à 7 °C	Permet d'éviter un choc thermique se manifestant par des frissons et des douleurs cervicales.
ASHRAE (2008)	Entre 8 et 12 °C de moins que la température extérieure	Recommandation basée sur la mesure du PMV, laquelle se base sur une évaluation subjective du confort thermique.

<sup>25</sup> Le Predicted Mean Vote est une mesure permettant de prédire la valeur moyenne de l'évaluation subjective d'un groupe composé d'un grand nombre de personnes dans un environnement thermique donné. La réponse du groupe s'inscrit sur une échelle de sensation en sept points allant de -3 (une sensation de froid) à +3 (une sensation de chaleur), 0 correspondant à une sensation de confort neutre optimal (Arora, 2012).

### 4.3.2 Durée et fréquence d'exposition à la climatisation lors des vagues de chaleur

Peu nombreuses, les recommandations portant sur la durée d'exposition à la climatisation sont de l'ordre de deux-trois heures par jour, sans qu'il soit toutefois précisé si l'exposition doit être continue ou non. (O'Connor *et al.*, 2008). À cet égard, le ministère de la Santé et des Services sociaux (MSSS) suggère de passer quelques heures par jour dans un endroit frais ou climatisé, comme les bibliothèques et les centres commerciaux, lors d'une vague de chaleur (MSSS, 2019). De même, l'AFSSE (2004), le California Department of Public Health (CDPH, 2017) et les Centers for Disease Control and Prevention (CDC, 2017) conseillent de passer quotidiennement quelques heures à la climatisation, que ce soit à la maison ou dans des lieux publics climatisés (O'Connor *et al.*, 2008). D'ailleurs, lors des périodes de chaleur extrême, les CDC (2013, 2017) recommandent de rester autant que possible exposé à la climatisation, que ce soit à domicile, dans des lieux publics ou lors d'un déplacement en voiture. Seul le NOAA suggère de passer de 15 à 20 minutes à la climatisation, puis d'aller dans un lieu non climatisé, en alternance (O'Connor *et al.*, 2008). Pour sa part, Santé Canada (2011a) ne formule aucune recommandation sur la durée d'exposition dans un endroit frais ou climatisé. L'organisme juge les preuves scientifiques insuffisantes, ce qui rend difficile l'élaboration de recommandations standardisées pour l'ensemble de la population, surtout que les risques à la santé d'une exposition à la chaleur varient en fonction des caractéristiques individuelles (âge, sexe, condition physique, masse corporelle, alimentation, etc.). Santé Canada (2011a) prévient tout de même qu'une exposition régulière à la climatisation dans certains lieux (ex. : maison, voiture et lieu de travail climatisés) pourrait altérer le processus d'adaptation physiologique à la chaleur, sans toutefois en préciser la fréquence ni la durée.

## 5 DISCUSSION

Afin de répondre aux objectifs initiaux de la présente synthèse des connaissances, il est apparu nécessaire d'analyser les impacts de la climatisation dans un contexte de population québécoise vieillissante et de changements climatiques, responsables de l'augmentation des températures moyennes ainsi que la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur au fil des ans (Institut de la statistique du Québec, 2020; Ouranos, 2015). Les aspects les plus importants qui ressortent de l'analyse sont les effets sanitaires potentiels de la climatisation, les conditions et modalités d'utilisation des appareils, les nombreuses limites des études retenues de même que certains enjeux collatéraux en lien avec la climatisation.

### 5.1 Effets potentiellement positifs de la climatisation sur différents enjeux sanitaires

#### 5.1.1 Mortalité

Depuis le début des années 1980, de nombreuses études réalisées partout dans le monde se sont intéressées à la climatisation des milieux intérieurs comme moyen d'atténuation de la mortalité et de problèmes de santé associés à la chaleur. La majorité d'entre elles ont rapporté que la climatisation réduisait le risque de mortalité, toutes causes confondues (p. ex., maladies cardiovasculaires et respiratoires), ou pour des problèmes de santé spécifiquement liés à la chaleur (p. ex., coup de chaleur). Toutefois, les auteurs des études consultées ne décrivaient pas les décès attribuables à la chaleur de façon uniforme. En outre, les données de la plupart des études étaient insuffisantes pour évaluer l'impact potentiel du type de climatiseur sur la réduction du risque de mortalité. Étonnamment, seuls quelques auteurs se sont penchés plus particulièrement sur la diminution de la mortalité chez les aînés, notamment Rogot *et al.* (1992). Dans une étude réalisée aux États-Unis, ils ont observé une diminution de la mortalité plus importante, mais non significative, chez les personnes âgées de 65 ans et plus, comparativement aux moins de 65 ans. Dans une autre étude américaine, Anderson et Bell (2009) ont, de leur côté, constaté une réduction du risque de mortalité légèrement plus importante chez les personnes de 65 ans et plus. Néanmoins, plus de données seront nécessaires pour mieux comprendre les effets de la climatisation sur la réduction du risque de décès chez les 65 ans et plus, particulièrement dans le contexte climatique québécois. Cela semble d'autant plus pertinent que 60 % des personnes décédées lors des vagues de chaleur de 2010 et de 2011 au Québec avaient 75 ans et plus (Institut de la statistique du Québec, 2020; Lebel *et al.*, 2015). D'autres auteurs ont noté une diminution des décès liés aux effets de la chaleur au cours des dernières décennies. Néanmoins, la climatisation n'expliquerait qu'en partie cette diminution. L'adaptation physiologique à la chaleur ainsi que d'autres facteurs (p. ex., amélioration de la communication du risque et des systèmes d'avertissement lors des vagues de chaleur, adoption de comportements individuels adaptés, meilleur contrôle des facteurs de risques cardiovasculaires)

seraient également responsables de la diminution de la mortalité observée (Bobb *et al.*, 2014; Nordio *et al.*, 2015; Sera *et al.*, 2020).

### 5.1.2 Hospitalisations

En rafraîchissant les milieux intérieurs, la climatisation permet d'atténuer le stress thermique que pourraient subir les occupants. Dans plusieurs études, cette méthode de rafraîchissement est associée à une réduction du risque d'hospitalisation liée à la chaleur (p. ex., épuisement par la chaleur, coup de chaleur non mortel) ou consécutive à l'aggravation de problèmes de santé préexistants (p. ex., maladies cardiovasculaires, MPOC, etc.). En effet, en favorisant le maintien d'une température intérieure fraîche, la climatisation, si utilisée adéquatement, préviendrait l'activation des processus physiologiques de thermorégulation ayant pour fonction d'évacuer la chaleur (Arora, 2012), lesquels pourraient à leur tour augmenter les risques de déshydratation et d'hyperthermie, surtout lorsque leurs capacités sont dépassées. Il est à noter qu'une telle condition pourrait mener à l'aggravation des maladies chroniques préexistantes. Par ailleurs, Gronlund *et al.* (2016) et Wang *et al.* (2016) ont observé une réduction significative du risque d'hospitalisation associée à l'utilisation de la climatisation chez les 65 ans et plus. Or, les auteurs n'ont pas comparé les effets de la climatisation sur des populations plus jeunes. Seuls Ostro *et al.* (2010) ont remarqué une différence significative chez les moins de 65 ans par comparaison aux 65 ans et plus. Encore une fois, il est étonnant de constater le peu de données disponibles faisant état des impacts de la climatisation sur le risque d'hospitalisation pour des groupes d'âge précis. Il serait pertinent de mieux connaître les effets de la climatisation sur les personnes âgées, d'autant qu'au Québec, entre 2006 et 2010, les individus de 68 ans et plus ont été hospitalisés 1,7 fois plus souvent lors des journées estivales chaudes (température maximale  $\geq 30$  °C) que lors des journées plus fraîches (Laverdière *et al.*, 2016).

### 5.1.3 Autres effets

Quelques auteurs se sont penchés sur les changements physiologiques et les effets sur les fonctions cognitives liés à une exposition à la climatisation par rapport à une absence d'exposition. Certains ont noté que la climatisation semble réduire la plupart des marqueurs de stress physiologique associés à la chaleur (fréquence cardiaque et respiratoire, ratio LF/HF) (Abbasi *et al.*, 2019; Williams *et al.*, 2019). Les individus n'étant pas exposés à la climatisation présentaient également une augmentation de la réponse galvanique cutanée, laquelle reflète une augmentation de l'activité des glandes sudoripares (Williams *et al.*, 2019). Bien qu'une augmentation de la réponse galvanique cutanée ne soit pas exclusivement associée à une réponse à la chaleur environnementale, il convient de souligner qu'une sudation abondante (hypersudation) peut provoquer une déshydratation en l'absence d'une hydratation suffisante, ce qui augmente le risque de problèmes de santé liés à la chaleur. Par ailleurs, utiliser adéquatement la climatisation pendant la journée permettrait de mieux soutenir les fonctions cognitives et de réduire les risques d'une baisse de vigilance, de concentration et de

productivité lors de l'exécution de diverses tâches. De même, faire fonctionner la climatisation pendant la nuit aurait un effet bénéfique sur le sommeil, ce qui favoriserait le maintien des fonctions cognitives pendant la journée (Abbasi *et al.*, 2019; Cedeño Laurent *et al.*, 2018; Williams *et al.*, 2019; Yigit *et al.*, 2015).

## 5.2 Effets potentiellement négatifs de la climatisation

Si la climatisation a des effets potentiellement positifs sur les occupants, la surclimatisation des milieux intérieurs sur une période prolongée est néanmoins susceptible de provoquer des effets indésirables sur la santé et le confort thermique. En effet, un refroidissement excessif de l'air intérieur pourrait notamment nuire aux fonctions cognitives et entraver les mouvements de rotation cervicale, ce qui augmenterait le risque de torticolis (Abbasi *et al.*, 2019; Cedeño Laurent *et al.*, 2018; Yigit *et al.*, 2015). De même, des températures trop froides causées par une climatisation excessive accroîtraient les risques de chocs ou d'inconfort thermique lors du passage de l'intérieur vers l'extérieur, ou inversement (Chen *et al.*, 2011; Yu *et al.*, 2012). La surclimatisation pourrait également exposer les occupants à un stress thermique et ainsi déclencher des mécanismes physiologiques de réaction au froid, soit une vasoconstriction cutanée, voire des frissons (Government of Alberta, 2014). La vasoconstriction pourrait augmenter la tension artérielle et possiblement entraîner des effets négatifs sur le système cardiovasculaire (Saeki *et al.*, 2015). Toutefois, les auteurs ne précisent pas les types d'événements cardiovasculaires qui pourraient survenir. De plus, les résultats de certaines études mettent en lumière le fait que le réglage du climatiseur à des températures trop basses (< 20 °C) pourrait faire augmenter la fréquence cardiaque<sup>26</sup> (Abbasi *et al.*, 2019; Williams *et al.*, 2019), ce qui serait susceptible d'affecter la santé des individus souffrant de certaines maladies cardiovasculaires. Pendant la nuit, des températures trop froides pourraient nuire au sommeil, en allongeant la latence d'endormissement (Lan *et al.*, 2016). Enfin, l'utilisation de la climatisation plus de huit heures par jour, à des températures trop basses ou pendant la nuit, augmenterait les risques de symptômes allergiques, de sécheresse des muqueuses et de céphalées (Y.-H. Lee *et al.*, 2020; W. Li *et al.*, 2020).

## 5.3 Effets mitigés de la climatisation

### 5.3.1 En lien avec l'exposition aux contaminants chimiques

Toutes les études sur les effets de la climatisation en lien avec la présence de contaminants chimiques de l'air extérieur ont souligné que l'utilisation de la climatisation semblait bénéfique pour la santé des occupants (Bell *et al.*, 2009; Janssen *et al.*, 2002; Medina-Ramón *et al.*, 2006). Il est nécessaire de rappeler ici que la climatisation devrait être utilisée en condition de bâtiment fermé, afin d'éviter l'introduction d'air chaud et humide susceptible de nuire au bon fonctionnement de l'appareil. Faire fonctionner la climatisation en maintenant les fenêtres

---

<sup>26</sup> Voir figure 4 dans l'étude de Williams *et al.*, 2019.

fermées a aussi pour effet de diminuer l'introduction de contaminants de source extérieure (p. ex., PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>, CO, NO<sub>x</sub>, O<sub>3</sub>) ce qui pourrait réduire leurs effets néfastes sur la santé des occupants et ainsi diminuer le risque d'hospitalisation pour problèmes cardiovasculaires et pulmonaires (Bell *et al.*, 2009; Janssen *et al.*, 2002; Medina-Ramón *et al.*, 2006). De plus, lors d'épisodes de contamination externe d'importance (p. ex., feux de forêt, circulation routière dense, saison pollinique), la climatisation en condition de bâtiment fermé pourrait s'avérer particulièrement bénéfique pour la santé des occupants.

Par ailleurs, bien qu'ils n'aient pas pour fonction d'introduire de l'air frais provenant de l'extérieur, les appareils de climatisation influencent la qualité de l'air intérieur en raison de leur mode de fonctionnement en circuit fermé. En effet, la climatisation, jumelée à la fermeture des fenêtres, pourrait favoriser l'accumulation de certains contaminants chimiques de source intérieure, tels que les COV (p. ex., formaldéhyde) et les PM, générés notamment par les activités des occupants (Cedeño Laurent *et al.*, 2018; M. S. Zuraimi *et al.*, 2007), ce qui pourrait nuire à la santé des occupants. Afin de réduire la concentration de contaminants intérieurs, le climatiseur devrait être utilisé en concomitance avec un système de ventilation mécanique (Lajoie *et al.*, 2015). Les systèmes de ventilation, dont l'installation est obligatoire depuis 2012 au Québec<sup>27</sup>, favorisent la dilution et l'évacuation des contaminants intérieurs. Il peut s'agir d'un ventilateur récupérateur de chaleur (VRC) ou encore d'un ventilateur récupérateur d'énergie (VRE), ce dernier permettant également de mieux contrôler l'humidité intérieure<sup>28</sup>. À noter que ces systèmes de ventilation centralisés incluent un réseau de conduits d'insufflation d'air dans les pièces occupées; ils sont donc conçus pour ventiler plusieurs pièces d'une même habitation.

### 5.3.2 En lien avec l'exposition aux contaminants microbiologiques

À première vue, les résultats des études ayant analysé la survenue de problèmes respiratoires potentiellement associés à l'exposition aux contaminants microbiologiques issus de la climatisation semblent contradictoires. En effet, certains auteurs prétendent que la climatisation réduirait les problèmes respiratoires (p. ex., asthme, toux) (Reponen *et al.*, 2011), alors que d'autres soutiennent plutôt qu'elle les aggraverait (Gao *et al.*, 2016; Sahakian *et al.*, 2009; M. S. Zuraimi *et al.*, 2007).

À l'instar de l'exposition aux contaminants chimiques dont nous avons discuté à la section précédente, l'utilisation de la climatisation en condition de bâtiment fermé limite l'introduction de contaminants microbiologiques de source extérieure (p. ex., spores et fragments de moisissures, pollens, etc.), réduisant ainsi l'exposition des occupants à ces substances (Nazaroff, 2013; Nelson *et al.*, 1988). Par ailleurs, les effets bénéfiques observés par certains auteurs pourraient s'expliquer par le fait qu'une climatisation adéquate (p. ex., maintien des fenêtres

---

<sup>27</sup> Pour plus d'informations sur le règlement en efficacité énergétique, consultez le document [Code de construction : nouvelle réglementation en efficacité énergétique](#).

<sup>28</sup> Pour plus d'informations sur les VRC et VRE, consultez la page 17 du document [Ventilation, équilibrage de l'air](#).

fermées, utilisation concomitante avec la ventilation mécanique) permet de réguler l'HR intérieure en l'abaissant, notamment. Cette baisse d'humidité intérieure aurait pour effet de réduire la prolifération de certains contaminants biologiques (p. ex., moisissures, acariens) en milieu intérieur (MSSS, 2001), limitant ainsi l'apparition de symptômes respiratoires chez les occupants qui y sont sensibilisés (Reponen *et al.*, 2011).

Les effets potentiellement délétères de la climatisation rapportés par d'autres auteurs pourraient provenir d'un mauvais entretien ou d'une utilisation inadéquate de l'appareil. En effet, certaines conditions d'utilisation du climatiseur pourraient favoriser la prolifération de contaminants microbiologiques dans le dispositif (Anas, Aligbe, Suleiman et Warodi, 2016; Wang, Chen et Zhang, 2001). Ainsi, après utilisation de l'appareil, on pourrait y retrouver de l'eau condensée, notamment dans les bacs à eau (*water pans*), voire stagnante, si ceux-ci sont mal drainés ou non vidangés (H.-Q. Wang *et al.*, 2001). La condensation, la présence de poussières (matière organique) et la température relativement élevée de l'appareil dues à son fonctionnement peuvent alors créer des conditions favorables à la croissance de microorganismes et contribuer à leur diffusion subséquente dans l'air intérieur (Anas *et al.*, 2016). Par exemple, des espèces de moisissures, telles qu'*aspergillus flavus* et *aspergillus niger*, ont été retrouvées dans des climatiseurs mal entretenus (Anas *et al.*, 2016; Gołofit-Szymczak et Górny, 2018; Irga et Torpy, 2016; Jurado *et al.*, 2014; Rudramurthy *et al.*, 2016). Lorsqu'elles sont présentes en concentrations importantes, ces espèces peuvent provoquer ou exacerber certains problèmes de santé associés à la qualité de l'air intérieur (p. ex., irritations des yeux, du nez et de la gorge, maux de tête, allergies, asthme, rhinite, etc.) (INSPQ, 2016; Santé Canada, 2011b).

### 5.3.3 En lien avec l'adaptation physiologique à la chaleur

Les périodes de chaleur qui surviennent en début de saison estivale pourraient représenter un risque de mortalité et de morbidité plus important que celles sévissant plus tard en été, puisque le processus d'acclimatation se manifeste avec le temps (Hajat et Kosatky, 2010; Santé Canada, 2011a). En effet, après une exposition quotidienne à la chaleur (p. ex., lors des changements de températures saisonnières), il se produit un processus d'adaptation physiologique, ou acclimatation. Cela se traduit par une adaptation thermique progressive induisant une tolérance accrue à la chaleur (Canada, 2018). Chez le jeune adulte, l'acclimatation à court terme dépend des modifications physiologiques, qui se manifestent notamment par le maintien d'une température corporelle plus basse, un rythme cardiaque plus lent, une transpiration plus abondante et subite ainsi que par la production de sueur plus diluée afin de limiter les pertes ioniques (Taylor, 2014). Bien que peu connue, l'efficacité du processus d'adaptation physiologique chez les sujets âgés de plus de 60 ans pourrait être retardée et moins significative (CCSNE, 2010). L'acclimatation varie d'une personne à l'autre en fonction de facteurs individuels (p. ex., âge, sexe, condition physique, hydratation, comorbidités et médication). Par exemple, chez les travailleurs, le temps moyen d'exposition à la chaleur nécessaire pour s'y acclimater serait d'au moins deux heures par jour sur une période d'environ 7 à 14 jours (NIOSH, 2016).

Toutefois, l'acclimatation est plus difficile lorsque les températures atteignent des valeurs très élevées sur une courte période, car cela ne permet pas à l'organisme de déclencher une réponse optimale d'adaptation physiologique à la chaleur (Santé Canada, 2011a). De plus, une exposition volontaire à la chaleur dans le but de favoriser l'adaptation physiologique pourrait ne pas convenir à tous les groupes d'individus, notamment ceux opérés récemment ou dont l'état de santé est précaire. À cet égard, il serait intéressant de mieux définir les paramètres d'exposition à la chaleur et à la climatisation, afin d'éviter de compromettre l'adaptation physiologique et sans nuire à la santé des personnes les plus vulnérables. Ainsi, une utilisation ponctuelle de la climatisation quelques heures par jour lors des premières vagues de chaleur du printemps, soit avant que le processus d'acclimatation se manifeste chez une majorité d'individus, pourrait constituer une avenue globale visant à prévenir des problèmes de santé liés à la chaleur.

Bien que l'étude des processus d'adaptation physiologique ne fasse pas partie intégrante des objectifs visés par les études retenues, certains auteurs ont fait état de ces phénomènes et émis l'hypothèse qu'ils pourraient être expliqués par l'acclimatation à la chaleur. L'acclimatation a toutefois été abordée sous différents angles, notamment la diminution progressive des hospitalisations liées à la chaleur au cours de l'été (Y. Wang *et al.*, 2016), l'acceptabilité d'une température neutre plus élevée ou d'une plage de température plus étendue chez les individus habitant des milieux non climatisés (Wu *et al.*, 2019; Yang et Zhang, 2008) et la variation de la fréquence cardiaque lors d'une exposition prolongée à la chaleur (Cedeño Laurent *et al.*, 2018). Par ailleurs, certains auteurs vont jusqu'à affirmer que l'adaptation physiologique à la chaleur pourrait jouer un rôle plus important que la climatisation dans la réduction du risque de mortalité, laquelle n'est pas toujours significative dans les villes regroupant un nombre élevé d'individus possédant un climatiseur (Bobb *et al.*, 2014; Nordio *et al.*, 2015; Sera *et al.*, 2020). Enfin, en effectuant une analyse par région, certains auteurs ont observé un risque de mortalité plus élevé dans les régions où le climat est froid par rapport à celles où le climat est plus chaud (Anderson et Bell, 2009; Braga *et al.*, 2001; Curriero *et al.*, 2002; Y. Wang *et al.*, 2016). Selon un groupe d'auteurs, ce phénomène pourrait s'expliquer par le fait que les individus vivant dans les endroits situés plus au sud présentent une tolérance plus élevée à la chaleur parce qu'ils y sont plus souvent exposés (Braga *et al.*, 2001). Une telle adaptation physiologique permettrait donc de réduire les effets néfastes des vagues de chaleur sur la santé des individus, ce qui représente un facteur de protection potentiel. Selon cette hypothèse, il y a lieu de supposer que l'augmentation prévue de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur pourrait avoir un impact négatif plus important sur les populations nordiques moins exposées aux fortes chaleurs, telles que la population québécoise.

À la lumière des études analysées, il y a lieu de croire qu'une exposition soutenue à la climatisation pourrait compromettre les processus physiologiques d'adaptation à la chaleur. En effet, selon Lundgren-Kownacki *et al.* (2018), la capacité d'adaptation à la chaleur semble diminuer lors d'expositions soutenues à la climatisation (p. ex., domicile, véhicule et lieu de

travail climatisés), le temps d'exposition à la chaleur nécessaire pour favoriser le processus d'acclimatation étant limité. En période de forte chaleur, une acclimatation réduite risquerait de se manifester par un inconfort thermique important et une réponse physiologique prononcée (Yu *et al.*, 2012), ce qui pourrait entraîner une certaine dépendance à la climatisation. En effet, les occupants habitués d'être exposés à des températures froides sont plus susceptibles d'avoir des attentes élevées à l'égard d'un environnement frais et d'une certaine homogénéité thermique, ce qui se traduit par une appréciation de confort thermique se situant à l'intérieur d'une plage de température plus restreinte (de Dear et Brager, 2002; Lundgren et Kjellstrom, 2013; Lundgren-Kownacki *et al.*, 2018). La perte d'acclimatation pouvant survenir après une exposition soutenue à la climatisation demeure toutefois un effet sanitaire peu documenté (Kovats et Hajat, 2008; Taylor, 2014). Il ressort tout de même des études qu'une réduction substantielle d'adaptation physiologique à la chaleur pourrait survenir après six jours sans exposition à la chaleur, alors qu'une perte totale d'adaptation se produirait après 28 jours (Fox *et al.* 1960 dans Taylor, 2014). Or, ces études considéraient l'évolution naturelle des températures (p. ex., changements de températures saisonniers), et non des variations artificielles de température, comme celles induites par l'utilisation de la climatisation ou par l'application d'un protocole d'acclimatation dans une chambre à température contrôlée. Force est de constater qu'il existe encore très peu d'informations disponibles sur les impacts sanitaires des paramètres d'exposition à la climatisation (p. ex., température, durée, fréquence) et la capacité d'adaptation à la chaleur des occupants dans les pays au climat tempéré comme le Canada.

## 5.4 Conditions et modalités d'utilisation des climatiseurs

À la lumière de la revue de la littérature effectuée, il apparaît souhaitable de fixer certaines balises quant aux modalités d'utilisation de la climatisation, étant donné qu'elles peuvent conditionner les effets sur le confort et la santé susceptibles d'en découler. Or, les recommandations actuelles relatives à l'utilisation de la climatisation basées sur des considérations sanitaires sont insuffisantes pour guider les occupants dans une utilisation adéquate de ces appareils. Parmi les principales conditions et modalités d'utilisation à considérer, notons notamment le type de climatiseur (central, sans conduit, individuel ou portable), la durée, la période (jour, nuit), la fréquence d'utilisation, la température de réglage, la combinaison possible avec d'autres mesures d'adaptation à la chaleur ou avec une ventilation adéquate et le fait d'éviter la surclimatisation. Ainsi, une meilleure connaissance des modalités d'utilisation des climatiseurs permettrait d'en maximiser les effets positifs sur la santé et le confort thermique des occupants lors des vagues de chaleur en plus d'optimiser l'adaptation physiologique à la chaleur, tout en limitant les effets néfastes potentiels causés par une utilisation inadéquate de ces appareils.

### 5.4.1 Type de climatiseur

Il existe différents dispositifs de climatisation dont l'efficacité varie notamment en fonction du type d'appareil, du nombre de pièces à climatiser, de leur taille ainsi que de leur occupation. Dans le cadre des études retenues, les types de climatiseurs concernés ont rarement été évoqués par les auteurs, sauf parfois le climatiseur individuel installé dans une fenêtre et le climatiseur central. De plus, comme ces données sont parcellaires, il s'avère impossible d'en effectuer une quelconque analyse dans le cadre de la présente synthèse. Puisque cet aspect semble important du point de vue de l'efficacité de refroidissement et des impacts sanitaires y étant associés, il serait pertinent de le documenter dans de futures études.

### 5.4.2 Température de réglage du climatiseur

La mise en commun des plages de température recommandées par les auteurs des études retenues ainsi que par les organismes reconnus indique que les climatiseurs devraient être réglés à une température approximative, comprise entre 20 et 26,5 °C. De plus, comme il est étroitement lié au confort thermique, un taux d'HR se situant entre 30 à 50 %, voire jusqu'à 60 % lors des périodes humides de l'été, constitue un intervalle acceptable pour une majorité d'individus (Gouvernement du Canada, 2021; U.S. EPA, 2014). L'élaboration de recommandations universelles à cet égard s'avère toutefois complexe, puisque la réponse à la chaleur varie en fonction de différents facteurs (Paradis *et al.*, 2019). En effet, le confort thermique ressenti est susceptible de varier d'une personne à l'autre selon plusieurs facteurs individuels (p. ex., âge, sexe, métabolisme, comorbidités, médication, masse corporelle, habillement) et environnementaux (p. ex., exposition à l'ombre ou au soleil, déplacements d'air, température et humidité) (Kennedy *et al.*, 2020). De même, en raison du processus d'acclimatation variable d'une personne à l'autre, la température considérée comme confortable par un individu est susceptible de varier au gré des expositions à la chaleur et au froid. Ainsi, en considérant notamment le processus d'acclimatation et le type de population concerné, il pourrait être envisagé de déterminer la température de réglage du climatiseur selon la période de l'été, c'est-à-dire en fonction des plages de température extérieure (NIOSH, 2016).

Les recommandations disponibles quant aux écarts de température souhaitables (nombre de degrés d'écart pouvant être toléré) entre l'intérieur et l'extérieur d'un bâtiment climatisé sont plutôt variables. Il ressort tout de même de l'analyse que la température de réglage du climatiseur devrait permettre de minimiser l'écart de température entre le milieu climatisé et celui non climatisé, de façon à réduire les risques d'impacts physiologiques (p. ex., vasoconstriction cutanée et frissons). Selon certains organismes, les climatiseurs devraient être réglés à la température la plus élevée jugée confortable, entre 22 et 26 °C, ce qui aurait pour effet combiné de réduire l'écart de température avec l'extérieur tout en diminuant les coûts d'utilisation (Ministère de la Santé de l'Ontario, 2018; Santé Canada *et al.*, 2011).

### 5.4.3 Durée, fréquence et période d'utilisation de la climatisation

En ce qui concerne la durée et la fréquence d'utilisation de la climatisation, il semble qu'un usage prolongé, voire en continu, n'entraînerait qu'une faible augmentation de la satisfaction thermique par comparaison avec une utilisation en alternance sur des périodes plus restreintes et ciblées (W. V. Lee et Shaman, 2017). De plus, certains auteurs ont mis en lumière le fait qu'une utilisation prolongée pourrait accentuer de potentiels effets négatifs sur la santé (Y.-H. Lee *et al.*, 2020; W. Li *et al.*, 2020). Par ailleurs, bien que la durée d'exposition ne soit pas toujours clairement évoquée, la plupart des organismes recommandent de passer quelques heures par jour, soit environ deux à trois heures, dans un endroit climatisé, que ce soit à domicile, pour ceux qui possèdent un appareil, ou dans un lieu public, pour ceux qui en sont dépourvus (O'Connor *et al.*, 2008). Ainsi, il pourrait être approprié de cibler des moments précis où activer la climatisation, notamment lorsque les lieux sont occupés ou quelques heures pendant les périodes les plus chaudes de la journée ou de la nuit (> 20 °C), plutôt que d'en faire un usage en continu. Les nuits plus fraîches, il pourrait s'avérer judicieux d'éteindre le climatiseur et d'ouvrir les fenêtres pour laisser pénétrer l'air frais et, par le fait même, permettre une ventilation naturelle des lieux.

## 5.5 Limites des études retenues

Les différentes études retenues dans le cadre de cette revue de la littérature présentent certaines limites. En effet, la plupart s'avèrent difficilement comparables, puisqu'elles ont été réalisées dans des contextes d'exposition hétérogènes, soit dans différents pays où le climat et la définition de « vague de chaleur » (intensité, durée) varient considérablement. Par conséquent, les résultats sont parfois difficilement transposables au contexte québécois, particulièrement en ce qui concerne le confort thermique et les écarts de température entre un milieu intérieur climatisé et l'extérieur. Cependant, puisque la résultante de l'exposition des occupants au refroidissement de l'air présente des similitudes sur le plan de la réponse physiologique, les tendances qui se dégagent de ces études nous apparaissent applicables au contexte québécois. Par ailleurs, plusieurs études sur la mortalité réalisées entre les années 1980 et le début des années 2000, qui identifient la climatisation comme étant le facteur de réduction du risque de mortalité le plus important, pourraient en avoir surestimé les effets bénéfiques. En effet, ces études comportent des lacunes méthodologiques, telles que des devis de recherche peu robustes ainsi que l'absence de précisions à l'égard des variables contrôlées, de la taille des échantillons et de la période étudiée. En outre, les études plus récentes ayant considéré de tels biais potentiels montrent un effet plus modeste de la climatisation sur la réduction du risque de mortalité. Dans la majorité des études recensées, les auteurs n'ont pas documenté les conditions d'utilisation des climatiseurs (p. ex., type d'appareil, puissance du climatiseur, utilisation concomitante de la ventilation ou non, nombre de pièces, taille et occupation des pièces, etc.) ni les modalités d'utilisation (p. ex., utilisation versus non-utilisation, température de réglage, durée et fréquence d'utilisation). En outre, certaines études ne présentaient que des estimations de la

proportion de ménages possédant un climatiseur à l'aide des données statistiques disponibles, ce qui ne reflétait pas l'utilisation réelle, limitant ainsi les conclusions à tirer de cette catégorie d'études. Notons que certains auteurs ont souligné que les coûts énergétiques d'un climatiseur pourraient dissuader les ménages à faible revenu d'utiliser cet appareil, même en période de grande chaleur (Guirguis *et al.*, 2018; López-Bueno *et al.*, 2020; Y. Zhang *et al.*, 2016). En effet, des décès ont été relevés lors des vagues de chaleur chez des ménages qui possédaient un climatiseur, mais qui ne l'utilisaient pas. Des informations sur les modalités d'utilisation des climatiseurs par les participants des études pourraient s'avérer fort utiles, afin de mieux définir les impacts réels de la climatisation et d'en établir les conditions optimales d'utilisation.

De plus, les résultats de plusieurs études n'étaient pas ajustés en fonction de certaines covariables susceptibles d'influencer les effets de la climatisation sur la santé, telles que l'âge des participants, le statut socioéconomique, le niveau d'hydratation, la prise de médicaments et les comorbidités. Par ailleurs, certains paramètres physiologiques évalués par les auteurs n'étaient pas spécifiques aux effets de la température, notamment la réponse galvanique cutanée. De plus, au moins cinq études sur le confort thermique ont porté uniquement sur de jeunes adultes en bonne santé, ce qui rend les résultats difficilement transposables à d'autres groupes de population. Dans le cadre de futures études qui auraient pour objectif de formuler des recommandations afin d'optimiser les impacts de la climatisation sur la santé et le confort, il serait souhaitable de privilégier des approches méthodologiques plus robustes permettant de mieux décrire les populations étudiées et de préciser les types de climatiseurs employés, la température de réglage, la durée et la fréquence d'utilisation.

## 5.6 Autres considérations en lien avec la climatisation : un aperçu

Bien que l'utilisation de la climatisation comme système de refroidissement de l'air soit largement répandue dans le monde, son usage à grande échelle pose de nombreux défis. Santé Canada (2011) souligne que la climatisation pourrait être précédée ou accompagnée d'autres mesures d'adaptation à la chaleur. De plus, selon l'AFSSE (2004), la climatisation ne devrait pas être considérée comme la seule avenue possible pour rafraîchir l'air intérieur et suppléer aux bâtiments mal adaptés (p. ex., dépourvus de mesures d'adaptation à la chaleur) ou leur gestion inappropriée. Ainsi, certains auteurs vont jusqu'à déconseiller l'utilisation unique de la climatisation résidentielle comme mesure de réduction de la chaleur intérieure (Healy, 2008; Maller et Strengers, 2011), puisqu'elle peut accroître la dépendance à son égard (Bélanger *et al.*, 2015; Hatvani-Kovacs *et al.*, 2016; W. V. Lee et Shaman, 2017). À cet effet, l'AFSSE (2004) recommande une bonne gestion des portes et fenêtres pour éviter l'introduction d'air chaud le jour ou laisser entrer l'air frais la nuit, et la fréquentation d'endroits frais. D'ailleurs, la plupart des organismes consultés mentionnent plusieurs mesures d'adaptation à la chaleur comme solutions de rechange à la climatisation, notamment fréquenter des lieux naturellement plus frais (p. ex., à l'ombre des arbres, au sous-sol, au bord de l'eau ou d'une piscine, etc.), visiter des lieux publics climatisés (p. ex., centres commerciaux, bibliothèques, etc.), utiliser un ventilateur

électrique, réduire l'utilisation du four, fermer les rideaux et les stores le jour pour bloquer les rayons de soleil, ouvrir les fenêtres la nuit pour faire entrer l'air frais, prendre des douches fraîches, boire beaucoup d'eau, éviter l'exposition directe au soleil et porter des vêtements amples, légers et clairs (CDC, 2017; EPA, 2006; Santé Canada *et al.*, 2011). D'autres mesures peuvent être mises en place, telles que la diminution des surfaces minéralisées qui emmagasinent la chaleur, l'ajout de toits blancs favorisant l'effet albédo, le verdissement, etc. (Bustinza et Demers-Bouffard, 2021). Bien que ces mesures d'adaptation à la chaleur soient rapportées par plusieurs organismes, la possibilité de les combiner à la climatisation est, étonnamment, rarement prise en considération (AFSSE, 2004; Santé Canada *et al.*, 2011).

Par ailleurs, l'utilisation accrue et généralisée de la climatisation pose des défis environnementaux, énergétiques et socioéconomiques. En effet, cela peut contribuer à l'intensification des îlots de chaleur urbains, puisque l'appareil transfère la chaleur présente dans le bâtiment au milieu extérieur environnant (IEA, 2019). Selon certaines études, l'utilisation de climatiseurs ferait grimper la température ambiante extérieure de quelques degrés (de 1 à 3 °C environ), en fonction, entre autres, du nombre et du type d'appareils utilisés ainsi que de la densité de population (de Munck *et al.*, 2013; Salamanca *et al.*, 2014; Tremeac *et al.*, 2012). Par conséquent, la climatisation peut augmenter l'effet local des vagues de chaleur, ce qui peut accroître le besoin de climatisation et ainsi créer une boucle de rétroaction négative liée au transfert de chaleur et aux îlots de chaleur urbains (Lundgren-Kownacki *et al.*, 2018; Nicol et Roaf, 2007). Cette boucle finit par renforcer la dépendance à la climatisation et accroît la vulnérabilité à la chaleur. De plus, la climatisation augmente la consommation énergétique pendant les périodes de chaleur extrême et, par conséquent, le risque d'interruption de courant (Lundgren et Kjellstrom, 2013; Lundgren-Kownacki *et al.*, 2018; Nicol et Roaf, 2007). Quant aux enjeux socioéconomiques, l'accès à la climatisation ou les coûts d'utilisation qui y sont associés peuvent renforcer les inégalités sociales relatives à l'exposition à la chaleur, notamment pour les individus à faible revenu (Lundgren-Kownacki *et al.*, 2018). En réduisant l'utilisation de la climatisation, le recours aux autres méthodes de rafraîchissement, employées en concomitance ou non avec la climatisation, permettrait ainsi d'atténuer ses impacts environnementaux et énergétiques.

## 5.7 Principaux constats issus de la synthèse des connaissances

Les auteurs de la présente synthèse émettent les constats suivants :

### **Par rapport aux effets potentiellement positifs de la climatisation sur la santé des individus**

Une diminution des risques de mortalité et d'hospitalisation est observée, laquelle pourrait être plus importante dans les régions nordiques, où les individus sont moins acclimatés à la chaleur, particulièrement au début de la saison chaude. Toutefois, les données sont insuffisantes pour déterminer si ces effets sont davantage observables chez la population de 65 ans et plus. Ce type d'information serait d'autant plus pertinent que la population québécoise est vieillissante.

Par ailleurs, les températures intérieures plus fraîches atteintes grâce à la climatisation favoriseraient le bon fonctionnement de l'organisme, ce qui se traduirait par une fréquence cardiaque et respiratoire plus basse, une amélioration de la qualité du sommeil et des fonctions cognitives, etc.

### **Par rapport aux effets potentiellement négatifs de la climatisation sur la santé des individus**

Certains auteurs mentionnent que la surclimatisation peut notamment entraîner une altération des fonctions cognitives, une augmentation de la fréquence cardiaque ou des risques de symptômes allergiques, de céphalées et de sécheresse des muqueuses. Une climatisation excessive pourrait également provoquer des symptômes de stress thermique dû au froid (vasoconstriction cutanée, frissons) et augmenter le risque d'inconfort thermique lors du passage d'un lieu climatisé vers un lieu non climatisé et vice-versa.

### **Par rapport aux effets mitigés de la climatisation sur la santé des individus**

Des effets potentiellement bénéfiques sur la santé des occupants ont été décrits en lien avec l'utilisation de la climatisation combinée à la fermeture des fenêtres. Cette condition d'utilisation limite l'introduction de polluants extérieurs et permet d'abaisser le taux d'HR intérieure. Cependant, cela pourrait aussi favoriser l'accumulation de contaminants de source intérieure ainsi que la diffusion de contaminants microbiologiques issus d'un appareil mal entretenu, ce qui pourrait s'avérer nuisible à la santé des occupants. Afin d'optimiser l'utilisation de la climatisation, il est recommandé de l'utiliser en concomitance avec un système de ventilation efficace et d'effectuer régulièrement l'entretien de l'appareil selon les recommandations du fabricant. Par ailleurs, la surclimatisation pourrait compromettre le processus d'adaptation physiologique à la chaleur, lequel semble offrir un facteur de protection.

### **Par rapport aux conditions et modalités d'utilisation des climatiseurs**

Les données disponibles demeurent parcellaires et ne permettent pas d'émettre des recommandations claires quant aux modalités d'utilisation adéquates de la climatisation en lien avec les effets sanitaires. De plus, l'élaboration de recommandations universelles s'avère plutôt complexe, puisqu'elle nécessite la prise en compte de nombreux facteurs individuels et environnementaux. Malgré cela, il y a lieu de croire que la climatisation devrait être réglée à la température la plus élevée jugée confortable par les occupants de manière à réduire l'écart avec la température extérieure. De plus, la climatisation ne devrait pas être utilisée en continu, mais plutôt quelques heures par jour, lors des périodes les plus chaudes de la journée ou de la nuit. Il est recommandé de l'utiliser en concomitance avec un système de ventilation mécanique et d'effectuer périodiquement l'entretien de l'appareil. Enfin, d'autres mesures d'adaptation à la chaleur pourraient précéder ou accompagner la climatisation afin de réduire la dépendance à son égard.

## 6 CONCLUSION

La climatisation constitue une mesure d'adaptation à la chaleur largement répandue dans le monde. Au Québec, dans un contexte de changements climatiques et de vieillissement de la population, cette tendance est appelée à s'accroître. Face à une telle situation, nous avons cru opportun de réviser la littérature traitant des impacts sanitaires de cette pratique. De façon générale, en période de chaleur, l'utilisation de la climatisation constitue à ce jour une mesure de protection adéquate, puisqu'elle entraîne des effets sanitaires positifs, soit une diminution de la mortalité et des hospitalisations, ainsi qu'une amélioration des fonctions cognitives et du confort thermique. Toutefois, dans certaines circonstances, elle peut engendrer des effets potentiellement négatifs (p. ex., augmentation de la fréquence cardiaque, sécheresse des muqueuses, céphalées) ainsi que des effets mitigés (p. ex., effets sur la santé en lien avec la modulation des concentrations de contaminants de sources intérieure et extérieure, altération du processus d'acclimatation) sur la santé des occupants. Par ailleurs, bien qu'elles soient encore peu documentées, les conditions et modalités d'utilisation des climatiseurs pourraient jouer un rôle non négligeable dans les impacts sanitaires potentiellement engendrés. En effet, dans les études portant sur les liens entre la climatisation et la mortalité, la morbidité et les hospitalisations, les modalités d'utilisation des appareils (type de climatiseur, température de réglage, durée et fréquence d'utilisation) étaient rarement décrites ou prises en compte, rendant difficile l'évaluation des impacts de ces paramètres sur les résultats obtenus. Les quelques études ayant mentionné certaines modalités d'utilisation (p. ex., température optimale, variation de température) portaient essentiellement sur le confort thermique. Par ailleurs, la plupart des recommandations des différents organismes concernant la climatisation dans son ensemble démontraient davantage d'intérêt pour les gains énergétiques que pour les effets sanitaires potentiels. Ainsi, la pertinence d'une utilisation accrue et généralisée de la climatisation gagnerait à être analysée dans une perspective plus globale en mettant en relief les enjeux environnementaux, énergétiques et socioéconomiques. Dans un tel contexte, bien que la climatisation demeure une avenue intéressante, il s'avère actuellement difficile de se prononcer sur les modalités d'utilisation favorisant la santé et le bien-être de la population, étant donné les nombreuses incertitudes entourant ces aspects. Quoiqu'il en soit, la présente synthèse a permis de faire ressortir plusieurs pistes d'amélioration.

### **Avenues de recherche**

Dans un contexte où la climatisation des milieux intérieurs constitue une mesure de protection jugée efficace contre les effets de la chaleur, il s'avère pertinent de proposer certaines avenues de recherche afin d'optimiser les impacts de son utilisation sur la santé des occupants :

- Documenter les paramètres d'utilisation de la climatisation susceptibles de moduler les effets sanitaires potentiels (p. ex., type de climatiseur, température de réglage, durée, fréquence,

période d'utilisation) dans le contexte québécois afin de mieux orienter d'éventuels messages de santé publique;

- Étudier les effets de la climatisation sur la santé et le confort thermique de différentes populations vulnérables, telles que les personnes de 65 ans et plus ou vivant dans des milieux précis (p. ex., CHSLD, résidences pour personnes âgées, hôpitaux, etc.), les individus atteints de maladies chroniques (p. ex., maladies cardiovasculaires) ou consommant certains médicaments, notamment ceux qui peuvent altérer les mécanismes de thermorégulation, etc.;
- Étudier les impacts d'une exposition soutenue à la climatisation sur l'acclimatation en comparaison avec une exposition par intermittence;
- Évaluer les impacts de l'utilisation de la climatisation en concomitance avec un système de ventilation mécanique sur la nature et la concentration des contaminants intérieurs qui en résultent;
- Documenter les impacts sanitaires potentiels (p. ex., choc thermique, infection des voies respiratoires, etc.) d'une exposition subite à des variations importantes de température entre l'intérieur et l'extérieur;
- Documenter plus spécifiquement l'impact de la climatisation sur certains paramètres physiologiques cliniquement pertinents qui peuvent être influencés par la température, comme la tension artérielle et la fréquence cardiaque;
- Évaluer, dans le contexte québécois, la pertinence d'une utilisation généralisée de la climatisation dans une perspective plus globale en mettant en relief les enjeux environnementaux, énergétiques et socioéconomiques.

## 7 RÉFÉRENCES

- Abbasi, A. M., Motamedzade, M., Aliabadi, M., Golmohammadi, R. et Tapak, L. (2019). The impact of indoor air temperature on the executive functions of human brain and the physiological responses of body. *Health Promotion Perspectives*, 9(1), 55-64. <https://doi.org/10.15171/hpp.2019.07>
- Agence française de sécurité sanitaire environnementale. (2004). *Impacts sanitaires des installations de climatisation*. <https://www.anses.fr/fr/system/files/AP2003et3907Ra-2.pdf>
- Albert, C., Proulx, R. et Richard, P. (2006). *Chaleur accablante et usage de médicaments – Étude exploratoire en Estrie*. Institut national de santé publique du Québec. <https://www.inspq.qc.ca/bise/chaleur-accablante-et-usage-de-medicaments-etude-exploratoire-en-estrie>
- Alberta Government. (2014). *Best practice - Working safely in the heat and cold*. <https://open.alberta.ca/dataset/dc0a7530-64d4-481a-a0c9-2f1c7107d8db/resource/b6c78e81-c91c-4cd2-a244-7b93c5862d6f/download/68946222014workingsafelyheatcold2014-07whs-pubgs006.pdf>
- Anas, G., Aligbe, D. S., Suleiman, G. et Warodi, F. A. (2016). Studies on microorganisms associated with air-conditioned environments. *IOSR J Environ Sci Toxicol Food Technol*, 10(7), 16-18.
- Anderson, B. G. et Bell, M. L. (2009). Weather-related mortality: how heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 20(2), 205-213. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e318190ee08>
- Armstrong, L. E., Casa, D. J., Millard-Stafford, M., Moran, D. S., Pyne, S. W. et Roberts, W. O. (2007). Exertional heat illness during training and competition. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(3), 556-572. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e31802fa199>
- Arora, R. C. (2012). *Refrigeration and Air Conditioning*. PHI Learning Private Limited.
- American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers. (2019). *ASHRAE Terminology*. <https://www.ashrae.org/technical-resources/authoring-tools/terminology>
- Bélanger, D., Abdous, B., Gosselin, P. et Valois, P. (2015). An adaptation index to high summer heat associated with adverse health impacts in deprived neighborhoods. *Climatic Change*, 132(2), 279-293. <https://doi.org/10.1007/s10584-015-1420-4>
- Bélanger, D., Gosselin, P., Bustinza, R. et Campagna, C. (2019). *Changements climatiques et santé : prévenir, soigner et s'adapter*. Presses de l'Université Laval.
- Bell, M. L., Ebisu, K., Peng, R. D. et Dominici, F. (2009). Adverse health effects of particulate air pollution: Modification by air conditioning. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 20(5), 682-686. <https://doi.org/10.1097/EDE.0b013e3181aba749>
- Billman, G. E. (2013). The LF/HF ratio does not accurately measure cardiac sympatho-vagal balance. *Frontiers in Physiology*, 4, 26. <https://doi.org/10.3389/fphys.2013.00026>
- Bobb, J. F., Peng, R. D., Bell, M. L. et Dominici, F. (2014). Heat-related mortality and adaptation to heat in the United States. *Environmental Health Perspectives*, 122(8), 811-816. <https://doi.org/10.1289/ehp.1307392>

- Bouchama, A., Dehbi, M., Mohamed, G., Matthies, F., Shoukri, M. et Menne, B. (2007). Prognostic factors in heat wave related deaths: A meta-analysis. *Archives Of Internal Medicine*, 167(20), 2170-2176.
- Bouchama, A. et Knochel, J. P. (2002). Heat stroke. *The New England Journal of Medicine*, 346(25), 1978-1988. <https://doi.org/10.1056/NEJMra011089>
- Braga, A. L., Zanobetti, A. et Schwartz, J. (2001). The time course of weather-related deaths. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 12(6), 662-667.
- Bustinza, R. et Demers-Bouffard, D. (2021). *Mesures d'adaptation à la chaleur*. Institut national de santé publique du Québec. <https://www.inspq.qc.ca/publications/2792>
- California Department of Public Health. (2017). *Fast Facts: Preventing Summer Heat Injuries*. <https://www.cdph.ca.gov/Programs/CHCQ/LCP/Pages/Fast-Facts-Summer-Heat.aspx>
- Cardoza, J. E., Gronlund, C. J., Schott, J., Ziegler, T., Stone, B. et O'Neill, M. S. (2020). Heat-related illness is associated with lack of air conditioning and pre-existing health problems in Detroit, Michigan, USA: A community-based participatory co-analysis of survey data. *International journal of environmental research and public health*, 17(16). <https://doi.org/10.3390/ijerph17165704>
- Carter, S., Field, E., Oppermann, E. et Brearley, M. (2020). The impact of perceived heat stress symptoms on work-related tasks and social factors: A cross-sectional survey of Australia's Monsoonal North. *Applied ergonomics*, 82, 102918. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2019.102918>
- Cedeño Laurent, J. G., Williams, A., Oulhote, Y., Zanobetti, A., Allen, J. G. et Spengler, J. D. (2018). Reduced cognitive function during a heat wave among residents of non-air-conditioned buildings: An observational study of young adults in the summer of 2016. *Plos Medicine*, 15(7), e1002605-e1002605. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002605>
- Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. (2022). *Confort thermique au bureau - Réponses SST*. [https://www.cchst.ca/oshanswers/phys\\_agents/thermal\\_comfort.html](https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/thermal_comfort.html)
- Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. (2022). *Exposition à la chaleur - Effets sur la santé et premiers soins: Réponses SST*. [https://www.cchst.ca/oshanswers/phys\\_agents/heat\\_health.html](https://www.cchst.ca/oshanswers/phys_agents/heat_health.html)
- Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail. (2022). *4-Ventilateurs - Réponses SST*. <https://www.cchst.ca/oshanswers/prevention/ventilation/fans.html>
- Centre de collaboration nationale en santé environnementale. (2010). *Acclimatation*. <https://ccnse.ca/content/acclimatation>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2013). *Heat Illness and Deaths — New York City, 2000–2011*. <https://www.cdc.gov/mmwr//preview/mmwrhtml/mm6231a1.htm>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2017). *Tips for Preventing Heat-Related Illness*. <https://www.cdc.gov/disasters/extremeheat/heattips.html>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2017). *Heat and Older Adults*. <https://www.cdc.gov/disasters/extremeheat/older-adults-heat.html>
- Chartered Institution of Building Services Engineers. (2013). *The limits of thermal comfort: Avoiding overheating in European buildings*.

- Chen, C.-P., Hwang, R.-L., Chang, S.-Y. et Lu, Y.-T. (2011). Effects of temperature steps on human skin physiology and thermal sensation response. *Building & Environment*, 46(11), 2387-2397. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2011.05.021>
- Commission de la santé et de la sécurité du travail du Québec (2004). *Confort thermique à l'intérieur d'un établissement*. <http://collections.banq.qc.ca/ark:/52327/bs1983984>
- Curriero, F. C., Heiner, K. S., Samet, J. M., Zeger, S. L., Strug, L. et Patz, J. A. (2002). Temperature and mortality in 11 cities of the eastern United States. *American Journal Of Epidemiology*, 155(1), 80-87.
- de Dear, R. J. et Brager, G. S. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: Revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy and Buildings*, 34(6), 549-561. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00005-1](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00005-1)
- de Munck, C., Pigeon, G., Masson, V., Meunier, F., Bousquet, P., Tréméac, B., ... Marchadier, C. (2013). How much can air conditioning increase air temperatures for a city like Paris, France? *International Journal of Climatology*, 33(1), 210-227. <https://doi.org/10.1002/joc.3415>
- Dixsaut, G. (2005). *Vague de chaleur et climatisation, revue bibliographique*. Institut national de santé publique du Québec. <https://www.inspq.qc.ca/bise/vague-de-chaleur-et-climatisation-revue-bibliographique>
- Donat, M. G., Alexander, L. V., Yang, H., Durre, I., Vose, R., Dunn, R. J. H., ... Kitching, S. (2013). Updated analyses of temperature and precipitation extreme indices since the beginning of the twentieth century: The HadEX2 dataset. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 118(5), 2098-2118. <https://doi.org/10.1002/jgrd.50150>
- Dousset, B., Gourmelon, F., Giraudet, E., Laaidi, K., ZEGHNOUN, A., Bretin, P. et Vandentorren, S. (2011). *Évolution climatique et canicule en milieu urbain: apport de la télédétection à l'anticipation et à la gestion de l'impact sanitaire*. [Rapport de projet].
- Eisenman, D. P., Wilhalme, H., Tseng, C.-H., Chester, M., English, P., Pincetl, S., ... Dhaliwal, S. K. (2016). Heat death associations with the built environment, social vulnerability and their interactions with rising temperature. *Health & Place*, 41, 89-99. <https://doi.org/10.1016/j.healthplace.2016.08.007>
- Environmental Protection Agency. (2006). *Excessive Heat Events Guidebook*. [https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-03/documents/ehguide\\_final.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-03/documents/ehguide_final.pdf)
- Fouillet, A., Rey, G., Laurent, F., Pavillon, G., Bellec, S., Guihenneuc-Jouyaux, C., ... Hémon, D. (2006). Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 80(1), 16-24. <https://doi.org/10.1007/s00420-006-0089-4>
- Franklin, M., Zeka, A. et Schwartz, J. (2007). Association between PM2.5 and all-cause and specific-cause mortality in 27 US communities. *Journal Of Exposure Science & Environmental Epidemiology*, 17(3), 279-287.
- Gao, W.-X., Ou, C.-Q., Fang, S.-B., Sun, Y.-Q., Zhang, H., Cheng, L., ... Fu, Q.-L. (2016). Occupational and environmental risk factors for chronic rhinosinusitis in China: A multicentre cross-sectional study. *Respiratory Research*, 17(1), 54-54. <https://doi.org/10.1186/s12931-016-0366-z>

- Gauthier, J., Morais, J. A. et Mallet, L. (2005). Impact des vagues de chaleur en gériatrie et risques associés aux médicaments. *Pharmactuel*, 38(3).  
<https://pharmactuel.com/index.php/pharmactuel/article/view/534>
- Gołofit-Szymczak, M. et Górny, R. L. (2018). Microbiological air quality in office buildings equipped with dventilation systems. *Indoor Air*, 28(6), 792-805. <https://doi.org/10.1111/ina.12495>
- Gosselin, E., Simard, M., Dubé, M. et Sirois, C. (2020). *Portrait de la polypharmacie chez les aînés québécois entre 2000 et 2016*. Institut national de santé publique du Québec.  
<https://www.inspq.qc.ca/publications/2679>
- Gouvernement du Canada. (2022). *Le stress thermique dans les lieux de travail*. Emploi et Développement social Canada. <https://www.canada.ca/fr/emploi-developpement-social/services/sante-securete/rapports/stress-thermique-lieux-travail.html>
- Graudenz, G. S., Oliveira, C. H., Tribess, A., Mendes, C., Jr., Latorre, M. R. D. O. et Kalil, J. (2005). Association of air-conditioning with respiratory symptoms in office workers in tropical climate. *Indoor Air*, 15(1), 62-66.
- Gronlund, C. J., Sullivan, K. P., Kefelegn, Y., Cameron, L. et O'Neill, M. S. (2018). Climate change and temperature extremes: A review of heat- and cold-related morbidity and mortality concerns of municipalities. *Maturitas*, 114, 54-59. <https://doi.org/10.1016/j.maturitas.2018.06.002>
- Gronlund, C. J., Zanobetti, A., Wellenius, G. A., Schwartz, J. D. et O'Neill, M. S. (2016). Vulnerability to renal, heat and respiratory hospitalizations during extreme heat among U.S. elderly. *Climatic Change*, 136(3), 631-645.
- Guirguis, K., Basu, R., Al-Delaimy, W. K., Benmarhnia, T., Clemesha, R. E. S., Corcos, I., ... Gershunov, A. (2018). Heat, disparities, and health outcomes in San Diego County's diverse climate zones. *GeoHealth*, 2(7), 212-223. <https://doi.org/10.1029/2017GH000127>
- Guo, Y., Gasparini, A., Li, S., Sera, F., Vicedo-Cabrera, A. M., de Sousa Zanotti Stagliorio Coelho, M., ... Tong, S. (2018). Quantifying excess deaths related to heatwaves under climate change scenarios: A multicountry time series modelling study. *PLoS Medicine*, 15(7), e1002629.  
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002629>
- Hajat, S. et Kosatky, T. (2010). Heat-related mortality: A review and exploration of heterogeneity. *Journal of Epidemiology & Community Health*, 64(9), 753-760. <https://doi.org/10.1136/jech.2009.087999>
- Hatvani-Kovacs, G., Belusko, M., Skinner, N., Pockett, J. et Boland, J. (2016). Drivers and barriers to heat stress resilience. *The Science Of The Total Environment*, 571, 603-614.  
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.028>
- Healy, S. (2008). Air-conditioning and the "homogenization" of people and built environments. *Building Research & Information*, 36(4), 312-322. <https://doi.org/10.1080/09613210802076351>
- Institut national de santé publique du Québec. (2016). *Compendium sur les moisissures*.  
<https://www.inspq.qc.ca/moisissures>
- Institut de la statistique du Québec. (2019). *Le bilan démographique du Québec. Édition 2019*.  
<https://statistique.quebec.ca/fr/fichier/bilan-demographique-du-quebec-edition-2019.pdf>

- International Energy Agency. (2019). *Future of cooling: Opportunities for energy-efficient air conditioning*. <https://www.iea.org/futureofcooling/>
- Irga, P. J. et Torpy, F. R. (2016). Indoor air pollutants in occupational buildings in a sub-tropical climate: Comparison among ventilation types. *Building & Environment*, 98, 190-199. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.01.012>
- Janssen, N. A. H., Schwartz, J., Zanobetti, A. et Suh, H. H. (2002). Air conditioning and source-specific particles as modifiers of the effect of PM(10) on hospital admissions for heart and lung disease. *Environmental Health Perspectives*, 110(1), 43-49.
- Jay, O., Capon, A., Berry, P., Broderick, C., de Dear, R., Havenith, G., ... Ebi, K. L. (2021). Reducing the health effects of hot weather and heat extremes: From personal cooling strategies to green cities. *Lancet (London, England)*, 398(10301), 709-724. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01209-5](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01209-5)
- Johnson, R. J., Sánchez-Lozada, L. G., Newman, L. S., Lanaspa, M. A., Diaz, H. F., Lemery, J., ... Roncal-Jimenez, C. A. (2019). Climate change and the kidney. *Annals of Nutrition and Metabolism*, 74(Suppl. 3), 38-44. <https://doi.org/10.1159/000500344>
- Jurado, S. R., Bankoff, A. D. P. et Sanchez, A. (2014). Indoor air quality in Brazilian universities. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 11(7), 7081-7093. <https://doi.org/10.3390/ijerph110707081>
- Kaiser, R., Rubin, C. H., Henderson, A. K., Wolfe, M. I., Kieszak, S., Parrott, C. L. et Adcock, M. (2001). Heat-related death and mental illness during the 1999 Cincinnati heat wave. *The American Journal Of Forensic Medicine And Pathology*, 22(3), 303-307.
- Kennedy, E., Olsen, H. et Vanos, J. (2020). *Le confort thermique des terrains de jeu: revue de la littérature et enquête auprès d'experts*. Conseil canadien des normes. <https://www.scc.ca/fr/notre-organisme/publications/general/le-confort-thermique-des-terrains-de-jeu>
- Kenny, G. P., Wilson, T. E., Flouris, A. D. et Fujii, N. (2018). Heat exhaustion. *Handbook of Clinical Neurology*, 157, 505-529. <https://doi.org/10.1016/B978-0-444-64074-1.00031-8>
- Kenny, G. P., Yardley, J., Brown, C., Sigal, R. J. et Jay, O. (2010). Heat stress in older individuals and patients with common chronic diseases. *Canadian Medical Association Journal*, 182(10), 1053-1060. <https://doi.org/10.1503/cmaj.081050>
- Kilbourne, E. M., Choi, K., Jones, T. S. et Thacker, S. B. (1982). Risk factors for heatstroke. A case-control study. *Journal of the American Medical Association*, 247(24), 3332-3336.
- Kovats, R. S. et Hajat, S. (2008). Heat stress and public health: A critical review. *Annual Review Of Public Health*, 29, 41-55.
- Lajoie, P., Aubin, D., Gingras, V., Daigneault, P., Ducharme, F., Gauvin, D., ... Schleibinger, H. (2015). The IVAIRE project – A randomized controlled study of the impact of ventilation on indoor air quality and the respiratory symptoms of asthmatic children in single family homes. *Indoor Air*, 25(6), 582-597. <https://doi.org/10.1111/ina.12181>
- Lan, L., Lian, Z. W. et Lin, Y. B. (2016). Comfortably cool bedroom environment during the initial phase of the sleeping period delays the onset of sleep in summer. *Building & Environment*, 103, 36-43. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.03.030>

- Laouadi, A., Gaur, A. et Bartko, M. (2018). *Climate Resilience of Buildings: Overheating in Buildings - Literature Review*. Conseil national de recherches du Canada. <https://nrc-publications.canada.ca/eng/view/fulltext/?id=d83bf020-3ae4-4ee8-8d06-af0f49d9eedb>
- Lau, S. S. Y., Zhang, J. et Tao, Y. (2019). A comparative study of thermal comfort in learning spaces using three different ventilation strategies on a tropical university campus. *Building & Environment*, 148, 579-599. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.11.032>
- Laverdière, É., Payette, H., Gaudreau, P., Morais, J. A., Shatenstein, B. et Généreux, M. (2016). Risk and protective factors for heat-related events among older adults of Southern Quebec (Canada): The NuAge study. *Canadian Journal of Public Health = Revue Canadienne De Sante Publique*, 107(3), e258-e265. <https://doi.org/10.17269/cjph.107.5599>
- Lebel, G., Bustinza, R. et Dubé, M. (2015). *Évaluation du Fichier hebdomadaire des décès pour l'estimation des impacts des vagues de chaleur*. Institut national de santé publique du Québec. <https://www.inspq.qc.ca/publications/1962>
- Lee, W. V. et Shaman, J. (2017). Heat-coping strategies and bedroom thermal satisfaction in New York City. *The Science Of The Total Environment*, 574, 1217-1231. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.07.006>
- Lee, Y.-H., Bae, S., Hwang, S.-S., Kim, J.-H., Kim, K.-N., Lim, Y.-H., ... Kwon, H.-J. (2020). Association between air conditioning use and self-reported symptoms during the 2018 heat wave in Korea. *Journal of preventive medicine and public health = Yebang Uihakhoe chi*, 53(1), 15-25. <https://doi.org/10.3961/jpmph.19.171>
- Li, C. et Gu, H. (2020). Climate change and mortality evolution in China. *Journal of Environmental Management*, 267. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110622>
- Li, W., Liu, Q., Chen, Y., Yang, B., Huang, X., Li, Y. et Zhang, J. J. (2020). Effects of indoor environment and lifestyle on respiratory health of children in Chongqing, China. *Journal of thoracic disease*, 12(10), 6327-6341. <https://doi.org/10.21037/jtd.2020.03.102>
- Liu, C., Yavar, Z. et Sun, Q. (2015). Cardiovascular response to thermoregulatory challenges. *American Journal of Physiology-Heart and Circulatory Physiology*, 309(11), H1793-H1812. <https://doi.org/10.1152/ajpheart.00199.2015>
- López-Bueno, J. A., Díaz, J., Sánchez-Guevara, C., Sánchez-Martínez, G., Franco, M., Gullón, P., ... Linares, C. (2020). The impact of heat waves on daily mortality in districts in Madrid: The effect of sociodemographic factors. *Environmental Research*, 190. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.109993>
- Lundgren, K. et Kjellstrom, T. (2013). Sustainability challenges from climate change and air conditioning use in urban areas. *Sustainability*, 5(7), 3116-3128. <https://doi.org/10.3390/su5073116>
- Lundgren Kownacki, K., Gao, C., Kuklane, K. et Wierzbicka, A. (2019a). Heat stress in indoor environments of Scandinavian urban areas: A literature review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(4), E560. <https://doi.org/10.3390/ijerph16040560>
- Lundgren Kownacki, K., Gao, C., Kuklane, K. et Wierzbicka, A. (2019b). Heat stress in indoor environments of Scandinavian urban areas: A literature review. *International Journal Of Environmental Research And Public Health*, 16(4). <https://doi.org/10.3390/ijerph16040560>

- Lundgren-Kownacki, K., Hornyanszky, E. D., Chu, T. A., Olsson, J. A. et Becker, P. (2018). Challenges of using air conditioning in an increasingly hot climate. *International Journal of Biometeorology*, 62(3), 401-412. <https://doi.org/10.1007/s00484-017-1493-z>
- Maller, C. J. et Strengers, Y. (2011). Housing, heat stress and health in a changing climate: Promoting the adaptive capacity of vulnerable households, a suggested way forward. *Health promotion international*, 26(4), 492-498.
- Marsac, J. (2013). Variabilité de la fréquence cardiaque: un marqueur de risque cardiométabolique en santé publique. *Bulletin de l'Académie Nationale de Médecine*, 197(1), 175-186. [https://doi.org/10.1016/S0001-4079\(19\)31635-8](https://doi.org/10.1016/S0001-4079(19)31635-8)
- Medina-Ramón, M., Zanobetti, A. et Schwartz, J. (2006). The effect of ozone and PM10 on hospital admissions for pneumonia and chronic obstructive pulmonary disease: A national multicity study. *American Journal Of Epidemiology*, 163(6), 579-588.
- Milicević, G. (2005). Low to high frequency ratio of heart rate variability spectra fails to describe sympatho-vagal balance in cardiac patients. *Collegium Antropologicum*, 29(1), 295-300.
- Ministère de la Santé de l'Ontario. (2018). *Chaleur accablante - Programmes du ministère - Information pour le public - MSSLD*. Ministère de la Santé et des Soins de Longue durée. [https://www.health.gov.on.ca/fr/public/programs/emu/emerg\\_prep/et\\_heat.aspx](https://www.health.gov.on.ca/fr/public/programs/emu/emerg_prep/et_heat.aspx)
- Ministère de la santé et des services sociaux. (2001). *Guide d'intervention intersectorielle sur la qualité de l'air intérieur et la salubrité dans l'habitation québécoise*. <http://www.santecom.qc.ca/bibliothequevirtuelle/msss/255037987x.pdf>
- Ministère de la Santé et des Services sociaux du Québec. (2019). *Il fait très chaud! - Affiche*. [https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-000138/?&txt=chaleur&msss\\_valpub&date=DESC](https://publications.msss.gouv.qc.ca/msss/document-000138/?&txt=chaleur&msss_valpub&date=DESC)
- National Institute for Occupational Safety and Health. (2016). *Criteria for a recommended standard: occupational exposure to heat and hot environments - revised criteria 2016*. <https://www.cdc.gov/niosh/docs/2016-106/default.html>
- National Institute for Occupational Safety and Health. (2015). *Indoor Environmental Quality*. <https://www.cdc.gov/niosh/topics/indoorenv/hvac.html>
- Nazaroff, W. W. (2013). Exploring the consequences of climate change for indoor air quality. *Environmental Research Letters*, 8(1), 015022. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/8/1/015022>
- Nelson, H. S., Hirsch, S. R., Ohman, J. L., Platts-Mills, T. A., Reed, C. E. et Solomon, W. R. (1988). Recommendations for the use of residential air-cleaning devices in the treatment of allergic respiratory diseases. *The Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 82(4), 661-669. [https://doi.org/10.1016/0091-6749\(88\)90980-3](https://doi.org/10.1016/0091-6749(88)90980-3)
- Nicol, F. et Roaf, S. (2007). Progress on passive cooling: Adaptive thermal comfort and passive architecture. *Advances in passive cooling*, 1-29.
- Nordio, F., Zanobetti, A., Colicino, E., Kloog, I. et Schwartz, J. (2015). Changing patterns of the temperature–mortality association by time and location in the US, and implications for climate change. *Environment International*, 81, 80-86. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2015.04.009>

- Nunes, B., Paixão, E., Dias, C. M., Nogueira, P. et Marinho Falcão, J. (2011). Air conditioning and intrahospital mortality during the 2003 heatwave in Portugal: Evidence of a protective effect. *Occupational And Environmental Medicine*, 68(3), 18-223. <https://doi.org/10.1136/oem.2010.058396>
- O'Connor, M., Kosatsky, T. et Rusimovic, L. (2008). *How efficacious and how practical are personal health protection measures recommended to reduce morbidity and mortality during heat episodes?* Centre de collaboration nationale en santé environnementale. <http://www.ncceh.ca/documents/evidence-review/how-efficacious-and-how-practical-are-personal-health-protection-measures>
- O'Neill, M. S., Zanobetti, A. et Schwartz, J. (2005). Disparities by race in heat-related mortality in four US cities: The role of air conditioning prevalence. *Journal Of Urban Health: Bulletin Of The New York Academy Of Medicine*, 82(2), 191-197.
- Ormandy, D. et Ezratty, V. (2012). Health and thermal comfort: From WHO guidance to housing strategies. *Energy Policy*, 49, 116-121. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.09.003>
- Occupational Safety and Health Administration. (2017). *OSHA Technical Manual (OTM)*. [https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm\\_iii/otm\\_iii\\_4.html](https://www.osha.gov/dts/osta/otm/otm_iii/otm_iii_4.html)
- Ostro, B., Rauch, S., Green, R., Malig, B. et Basu, R. (2010). The effects of temperature and use of air conditioning on hospitalizations. *American Journal Of Epidemiology*, 172(9), 1053-1061. <https://doi.org/10.1093/aje/kwq231>
- Ouranos. (2015). *Vers l'adaptation. Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec*. <https://www.ouranos.ca/synthese-2015/>
- Paradis, A., Poulin, P. et Lévesque, B. (2019). *Seuils de température sécuritaires en milieux intérieurs : état des connaissances*. Institut national de santé publique du Québec. <https://www.inspq.qc.ca/bise/seuils-de-temperature-securitaires-en-milieux-interieurs-etat-des-connaissances>
- Parsons, K. (2014). *Human Thermal Environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance* (3<sup>e</sup> éd.). <https://www.routledge.com/Human-Thermal-Environments-The-Effects-of-Hot-Moderate-and-Cold-Environments/Parsons/p/book/9781466595996>
- Pierrefixe, S. (2015). Changement climatique : menaces sur notre santé. *Science et santé*, 28, 20-35.
- Quinn, A., Kinney, P. et Shaman, J. (2017). Predictors of summertime heat index levels in New York City apartments. *Indoor Air*, 27(4), 840-851. <https://doi.org/10.1111/ina.12367>
- Ranadive, N., Desai, J., Sathish, L. M., Knowlton, K., Dutta, P., Ganguly, P., ... Hess, J. J. (2021). Climate change adaptation: Prehospital data facilitate the detection of acute heat illness in India. *The western journal of emergency medicine*, 22(3), 739-749. <https://doi.org/10.5811/westjem.2020.11.48209>
- Reponen, T., Vesper, S., Levin, L., Johansson, E., Ryan, P., Burkle, J., ... LeMasters, G. (2011). High environmental relative moldiness index during infancy as a predictor of asthma at 7 years of age. *Annals Of Allergy, Asthma & Immunology: Official Publication Of The American College Of Allergy, Asthma, & Immunology*, 107(2), 120-126. <https://doi.org/10.1016/j.anai.2011.04.018>
- Ressources naturelles Canada. (2016). *Climatiser sa maison*. <https://www.rncan.gc.ca/energie/publications/efficacite/residentiel/climatisation/6052>

- Rogot, E., Sorlie, P. D. et Backlund, E. (1992). Air-conditioning and mortality in hot weather. *American Journal Of Epidemiology*, 136(1), 106-116.
- Rudramurthy, S. M., Singh, G., Hallur, V., Verma, S. et Chakrabarti, A. (2016). High fungal spore burden with predominance of *Aspergillus* in hospital air of a tertiary care hospital in Chandigarh. *Indian Journal Of Medical Microbiology*, 34(4), 529-532. <https://doi.org/10.4103/0255-0857.195359>
- Saeki, K., Obayashi, K. et Kurumatani, N. (2015). Short-term effects of instruction in home heating on indoor temperature and blood pressure in elderly people: A randomized controlled trial. *Journal of Hypertension*, 33(11), 2338-2343. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000000729>
- Sahakian, N., Park, J. H. et Cox-Ganser, J. (2009). Respiratory morbidity and medical visits associated with dampness and air-conditioning in offices and homes. *Indoor Air*, 19(1), 58-67. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2008.00561.x>
- Salamanca, F., Georgescu, M., Mahalov, A., Moustou, M. et Wang, M. (2014). Anthropogenic heating of the urban environment due to air conditioning. *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 119(10), 5949-5965. <https://doi.org/10.1002/2013JD021225>
- Santé Canada. (2011). *Communiquer les risques des périodes de chaleur accablante pour la santé : trousse à l'intention des responsables de la santé publique et de la gestion des urgences*. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/sante-environnement-milieu-travail/rapports-publications/changement-climatique-sante/communiquer-risques-periodes-chaleur-accablante-sante-trousse-intention-responsables-sante-publique-gestion-urgences-sante-canada-2011.html>
- Santé Canada. (2011a). *Lignes directrices à l'intention des travailleurs de la santé pendant les périodes de chaleur accablante, un guide technique*. <https://www.deslibris.ca/ID/233201>
- Santé Canada. (2007). *Lignes directrices sur la qualité de l'air intérieur résidentiel: moisissures*. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/lignes-directrices-qualite-air-interieur-residentiel-moisissures.html>
- Santé Canada. (2018). *La ventilation et le milieu intérieur*. <https://www.canada.ca/fr/sante-canada/services/publications/vie-saine/ventilation-milieu-interieur.html>
- Société canadienne d'hypothèques et de logement. (2002). *Glossaire des termes d'habitation : l'ABC des termes d'habitation*. <http://publications.gc.ca/site/fra/9.644017/publication.html>
- Semenza, J. C., Rubin, C. H., Falter, K. H., Selanikio, J. D., Flanders, W. D., Howe, H. L. et Wilhelm, J. L. (1996). Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *The New England Journal Of Medicine*, 335(2), 84-90.
- Sera, F., Hashizume, M., Honda, Y., Lavigne, E., Schwartz, J., Zanobetti, A., ... Gasparrini, A. (2020). Air conditioning and heat-related mortality: A multi-country longitudinal study. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 31(6), 779-787. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000001241>
- Shaffer, F. et Ginsberg, J. P. (2017). An overview of heart rate variability metrics and norms. *Frontiers in Public Health*, 5, 258. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>

- Sharma, M., Kacker, S. et Sharma, M. (2016). A brief introduction and review on galvanic skin response. *International Journal of Medical Research Professionals*, 2. [https://www.researchgate.net/publication/312246486\\_A\\_Brief\\_Introduction\\_and\\_Review\\_on\\_Galvanic\\_Skin\\_Response](https://www.researchgate.net/publication/312246486_A_Brief_Introduction_and_Review_on_Galvanic_Skin_Response)
- Simard, M., Dubé, M., Gaulin, M., Trépanier, P.-L. et Sirois, C. (2019). *La prévalence de la multimorbidité au Québec: portrait pour l'année 2016-2017*. Institut national de santé publique du Québec. <https://www.inspq.qc.ca/publications/2577>
- Sommet, A. (2013). *La thermorégulation*. Biologie de la peau. <http://biologiedelapeau.fr/spip.php?article75>
- Statistique Canada. (2021). *Climatiseurs*. <https://www150.statcan.gc.ca/t1/tbl1/fr/cv.action?pid=3810001901>
- Taylor, N. A. (2014). Human heat adaptation. *Comprehensive Physiology*, 4(1), 325-365.
- Theocharis, G., Tansarli, G. S., Mavros, M. N., Spiropoulos, T., Barbas, S. G. et Falagas, M. E. (2013). Association between use of air-conditioning or fan and survival of elderly febrile patients: A prospective study. *European Journal Of Clinical Microbiology & Infectious Diseases: Official Publication Of The European Society Of Clinical Microbiology*, 32(9), 1143-1147. <https://doi.org/10.1007/s10096-013-1860-6>
- Toronto Public Health. (2015). *Update on Extreme Heat and Maximum Indoor Temperature Standard for Multi-unit Residential Buildings*. <https://www.toronto.ca/legdocs/mmis/2016/td/bgrd/backgroundfile-90418.pdf>
- Tremeac, B., Bousquet, P., de Munck, C., Pigeon, G., Masson, V., Marchadier, C., ... Meunier, F. (2012). Influence of air conditioning management on heat island in Paris air street temperatures. *Applied Energy*, 95, 102-110. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2012.02.015>
- U.S. Department of Health and Human Services U.S. et Department of Housing and Urban Development. (2006). *Healthy Housing Reference Manual*. <https://www.cdc.gov/nceh/publications/books/housing/cha12.htm>
- United States Environmental Protection Agency. (2022). *A Brief Guide to Mold, Moisture and Your Home*. <https://www.epa.gov/mold/brief-guide-mold-moisture-and-your-home>
- Wang, H.-Q., Chen, J.-D. et Zhang, H. (2001). Ventilation, air conditioning and the indoor air environment. *Indoor and Built Environment*, 10(1), 52-57. <https://doi.org/10.1159/000049213>
- Wang, Y., Bobb, J. F., Papi, B., Wang, Y., Kosheleva, A., Di, Q., ... Dominici, F. (2016). Heat stroke admissions during heat waves in 1,916 US counties for the period from 1999 to 2010 and their effect modifiers. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, 15(1), 83-83. <https://doi.org/10.1186/s12940-016-0167-3>
- Williams, A., Spengler, J., Catalano, P., Allen, J. G. et Cedeno-Laurent, J. G. (2019). Building vulnerability in a changing climate: Indoor temperature exposures and health outcomes in older adults living in public housing during an extreme heat event in Cambridge, MA. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(13). <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/31277359>
- World Health Organization. (2008). *Heat-health action plans: Guidance*. <https://www.who.int/publications/i/item/9789289071918>

- World Health Organization. (2018). *WHO housing and health guidelines*.  
<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK535293/>
- Wouters, H., De Ridder, K., Poelmans, L., Willems, P., Brouwers, J., Hosseinzadehtalaei, P., ... Demuzere, M. (2017). Heat stress increase under climate change twice as large in cities as in rural areas: A study for a densely populated midlatitude maritime region. *Geophysical Research Letters*, 44(17), 8997-9007.  
<https://doi.org/10.1002/2017GL074889>
- Wu, Z., Li, N., Peng, J. et Li, J. (2019). Effect of long-term indoor thermal history on human physiological and psychological responses: A pilot study in university dormitory buildings. *Building & Environment*, 166. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106425>
- Yang, W. et Zhang, G. (2008). Thermal comfort in naturally ventilated and air-conditioned buildings in humid subtropical climate zone in China. *International Journal Of Biometeorology*, 52(5), 385-398.
- Yigit, A., Atmaca, I., Arslanoglu, N. et Sivrioglu, K. (2015). Experimental investigation of the effect of thermal comfort parameters on cervical range of motion. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 50, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2015.08.009>
- Yu, J., Ouyang, Q., Zhu, Y., Shen, H., Cao, G. et Cui, W. (2012). A comparison of the thermal adaptability of people accustomed to air-conditioned environments and naturally ventilated environments. *Indoor Air*, 22(2), 110-118. <https://doi.org/10.1111/j.1600-0668.2011.00746.x>
- Zhang, Y., Nitschke, M., Krackowizer, A., Dear, K., Pisaniello, D., Weinstein, P., ... Bi, P. (2016). Risk factors of direct heat-related hospital admissions during the 2009 heatwave in Adelaide, Australia: A matched case-control study. *BMJ Open*, 6(6), e010666-e010666. <https://doi.org/10.1136/bmjopen-2015-010666>
- Zhang, Z., Zhang, Y. et Khan, A. (2019). Thermal comfort of people from two types of air-conditioned buildings - Evidences from chamber experiments. *Building & Environment*, 162.  
<https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.106287>
- Zuraimi, M. S., Tham, K. W., Chew, F. T. et Ooi, P. L. (2007). The effect of ventilation strategies of child care centers on indoor air quality and respiratory health of children in Singapore. *Indoor Air*, 17(4), 317-327.
- Zuraimi, Mohamed Sultan, Tham, K.-W., Chew, F.-T., Ooi, P.-L. et Koh, D. (2011). Home air-conditioning, traffic exposure, and asthma and allergic symptoms among preschool children. *Pediatric Allergy And Immunology: Official Publication Of The European Society Of Pediatric Allergy And Immunology*, 22(1 Pt 2), e112-e118. <https://doi.org/10.1111/j.1399-3038.2010.00992.x>

## ANNEXE 1 MÉTHODOLOGIE ET RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

### Stratégie de recherche

#### Bases de données

Les plateformes et bases de données retenues sont :

- EBSCOhost :
  - MEDLINE(R) (9 avril 2019 et 29 juillet 2021)
  - Environment Complete (9 avril 2019 et 29 juillet 2021)
- Google Scholar

#### Stratégie de recherche sur la plateforme EBSCOHost

Tableau A1-1 MEDLINE interrogée le 29 juillet 2021 (n = 2021)

#	Requête	Résultats
1	TI ((air W0 (conditioning OR conditione* OR cooling)) OR HVAC OR ((conditioning OR cooling) W0 (system* OR unit*))) OR AB ((air W0 (conditioning OR conditione* OR cooling)) OR HVAC OR ((conditioning OR cooling) W0 (system* OR unit*)))	465
2	MM ("air conditioning")	1 553
3	S1 OR S2	544
4	TI (acclimati?ation OR adaptat* OR "adverse effect*" OR allerg* OR asthma OR cardiovascular* OR cardio-vasculat* OR death* OR distress* OR health* OR (heat W0 (exhaustion OR fatigue* OR stress* OR shock*)) OR hypersensibilit* OR hypersensivit* OR inequalit* OR inequit* OR infection* OR legionell* OR legionnaire* OR metabolism* OR mortalit* OR nuisance OR physiolog* OR pneumonia* OR psycholog* OR respiratory OR "sick building syndrome*" OR sickness* OR stroke* OR symptom* OR (thermal W0 (adaptation OR comfort OR shock*)) OR thermoregulat* OR vulnerab* OR wellbeing OR well-being) OR AB (acclimati?ation OR adaptat* OR "adverse effect*" OR allerg* OR asthma OR cardiovascular* OR cardio-vasculat* OR death* OR distress* OR health* OR (heat W0 (exhaustion OR fatigue* OR stress* OR shock*)) OR hypersensibilit* OR hypersensivit* OR inequalit* OR inequit* OR infection* OR legionell* OR legionnaire* OR metabolism* OR mortalit* OR nuisance OR physiolog* OR pneumonia* OR psycholog* OR respiratory OR "sick building syndrome*" OR sickness* OR stroke* OR symptom* OR (thermal W0 (adaptation OR comfort OR shock*)) OR thermoregulat* OR vulnerab* OR wellbeing OR well-being)	8 453 652
5	MM ("Body Temperature Regulation+" OR "Cardiovascular Diseases+" OR "Environmental Medicine" OR Health+ OR Hypersensitivity+ OR "Heat Stress Disorders" OR "Respiratory Tract Diseases+" OR "Respiratory Tract Infections+" OR "Risk Assessment" OR "Risk factors" OR "Stress, Physiological+" OR "Vulnerable populations")	3 785 218
6	S4 OR S5	10 691 945
7	S3 AND S6	2 458
8	S7 AND LA (english OR french)	2 185
9	S8 NOT ((MH animals+ NOT humans) OR TI (mouse OR mice OR rat OR rats))	<b>2 021</b>

**Tableau A1-2 Environment Complete interrogée le 29 juillet 2021 (n = 2279)**

#	Requête	Résultats
1	TI ((air W0 (conditioning OR conditione* OR cooling)) OR HVAC OR ((conditioning OR cooling) W0 (system* OR unit*))) OR AB ((air W0 (conditioning OR conditione* OR cooling)) OR HVAC OR ((conditioning OR cooling) W0 (system* OR unit*)))	10 575
2	SU "air conditioning"	4 252
3	S1 OR S2	11 805
4	TI (acclimati?ation OR adaptat* OR "adverse effect*" OR allerg* OR asthma OR cardiovasculat* OR cardio-vasculat* OR death* OR distress* OR health* OR (heat W0 (exhaustion OR fatigue* OR stress* OR shock*)) OR hypersensibilit* OR hypersensivit* OR inequalit* OR inequit* OR infection* OR legionell* OR legionnaire* OR metabolism* OR mortalit* OR nuisance OR physiolog* OR pneumonia* OR psycholog* OR respiratory OR "sick building syndrome*" OR sickness* OR stroke* OR symptom* OR (thermal W0 (adaptation OR comfort OR shock*)) OR thermoregulat* OR vulnerab* OR wellbeing OR well-being) OR AB (acclimati?ation OR adaptat* OR "adverse effect*" OR allerg* OR asthma OR cardiovasculat* OR cardio-vasculat* OR death* OR distress* OR health* OR (heat W0 (exhaustion OR fatigue* OR stress* OR shock*)) OR hypersensibilit* OR hypersensivit* OR inequalit* OR inequit* OR infection* OR legionell* OR legionnaire* OR metabolism* OR mortalit* OR nuisance OR physiolog* OR pneumonia* OR psycholog* OR respiratory OR "sick building syndrome*" OR sickness* OR stroke* OR symptom* OR (thermal W0 (adaptation OR comfort OR shock*)) OR thermoregulat* OR vulnerab* OR wellbeing OR well-being)	7 811
5	SU ("health risk assessment" OR "thermal comfort")	15 344
6	S4 OR S5	7 840 17
7	S3 AND S6	2 284
8	S7 AND LA (english OR french)	2 281
9	S8 NOT TI (mouse OR mice OR rat OR rats)	<b>2 279</b>

## Sélection des références

Pour être retenus, les articles devaient satisfaire aux critères de sélection présentés dans le tableau ci-dessous.

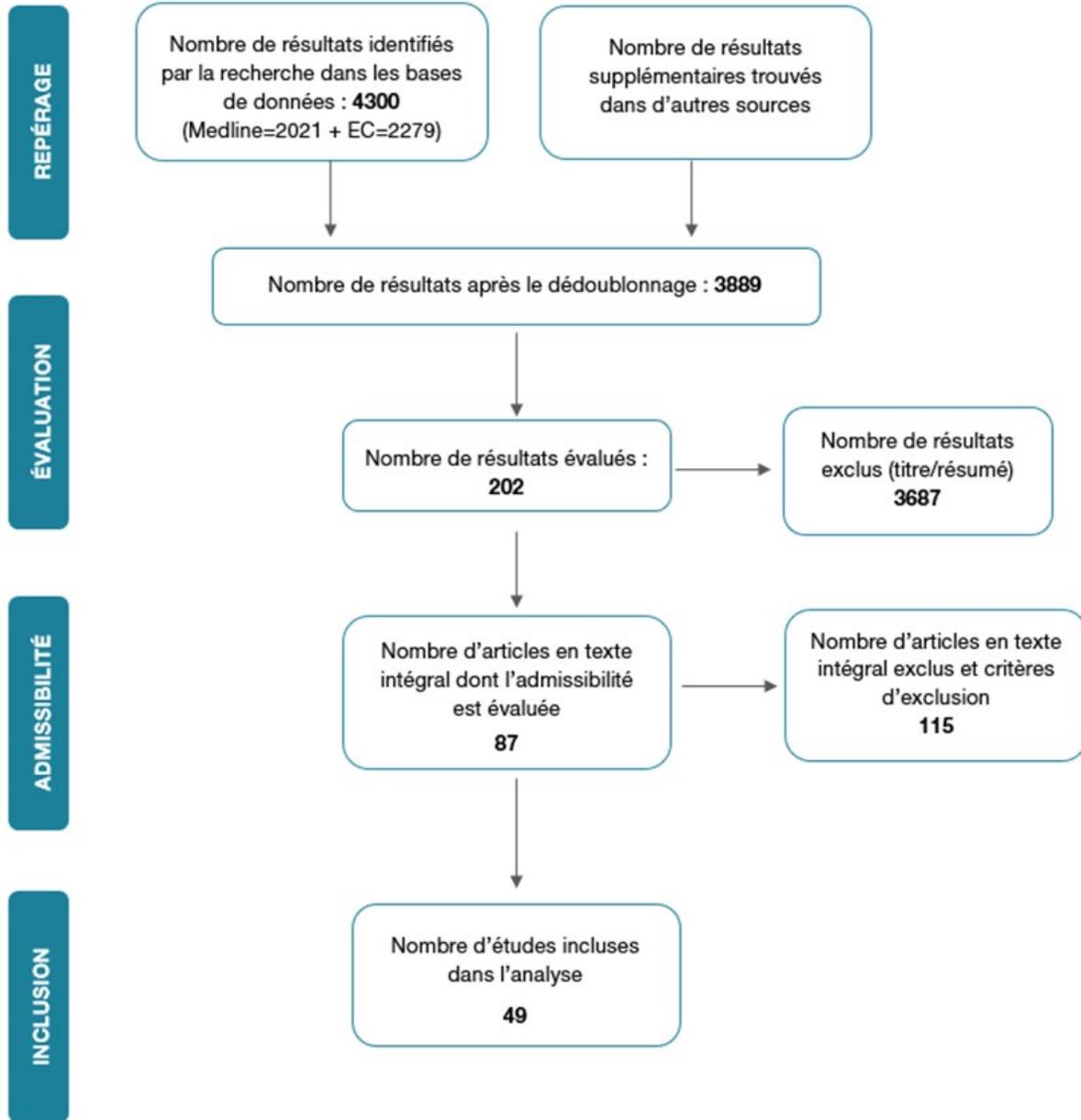
Tableau A1-3 Critères de sélection des articles (premier et deuxième tri : titre + résumé)

Critères	Acceptable	Inacceptable
<b>Type de document</b>	Étude présentant des données originales (épidémiologique, étude de cas, analyse de risques) et revue systématique ou de littérature.	Lettre, éditorial, essai.
<b>Langue de publication</b>	Français ou anglais.	Publication dans une autre langue que le français ou l'anglais.
<b>Population étudiée</b>	Humains (population générale, groupes vulnérables [ex. : personnes âgées]).	Effets sur les animaux (domestiques, de laboratoire, d'élevage, etc.) ou les insectes.
<b>Type de bâtiment</b>	Bâtiment d'habitation (résidence, résidence étudiante, hôpital, CHSLD, maison de retraite), de travail ou d'éducation (ex. : tour de bureaux, université).	Autres bâtiments.
<b>Type d'effet sur la santé physique et le confort thermique</b>	Effets de la climatisation sur la santé physique (mortalité, morbidité [ex. : maladies cardiovasculaires, respiratoires, diabète, déshydratation, hyperthermie, coup de chaleur]) ou physiologique (ex. : fréquence cardiaque et respiratoire, température cutanée), le sommeil, la productivité (ex. : fonction exécutive du cerveau), le confort thermique.	Ne traite pas des effets de la climatisation sur la santé physique ou le confort thermique (ex. : enjeux environnementaux, énergétiques, comportementaux).
<b>Type d'effet sur la QAI</b>	Paramètres de qualité de l'air (ex. : HR, contaminants physico-chimiques, microbiologiques) lorsqu'il est question de climatiseur résidentiel standard.	
<b>Type de climatiseur</b>	Climatiseur résidentiel standard dont le fonctionnement exploite la technologie du cycle de réfrigération à compression de vapeur à l'aide d'un fluide réfrigérant (ou frigorigène).  Climatiseurs industriels de type CVCA principalement pour les effets sur le confort thermique et non sur la QAI, puisque les fonctions de ce type d'appareil ne comprennent pas que la climatisation (ex. : ventilation).	Climatiseurs industriels de type CVCA ou refroidisseur par évaporation, puisque le fonctionnement de ces appareils diffère de celui de l'appareil de climatisation standard (ex. : ventilation, non-réglage de l'HR), ce qui implique des effets sanitaires qui diffèrent, eux aussi, des climatiseurs standards.
<b>Modalités d'utilisation</b>	Modalités d'utilisation ayant des effets sur la santé, le confort thermique ou la QAI (ex. : réglage de la température, durée et fréquence d'utilisation, direction des volets de diffusion de l'air, entretien de l'appareil).	Modalités d'utilisation ayant des effets sur des aspects autres que la santé (ex. : enjeux énergétiques, environnement extérieur).

Tableau A1-4 Critères d'évaluation de la qualité des publications retenues (deuxième tri :  
texte intégral)

Critères	Critères d'inclusion	Critères d'exclusion
<b>Type de document</b>	Étude présentant des données originales (épidémiologique, étude de cas, analyse de risques) et revue systématique ou de littérature.	Lettre, éditorial, essai.
<b>Méthodologie complète et rigoureuse</b>	Article dont la méthodologie est clairement expliquée et présente tous les aspects de l'étude.	Méthodologie absente ou incomplète.
<b>Résultats liés aux objectifs et aux conclusions</b>	Article dont les résultats sont liés aux objectifs de l'étude et les conclusions aux résultats.	Article présentant une inadéquation entre les objectifs, les résultats et les conclusions.
<b>Sans apparence de conflit d'intérêts, financement indépendant</b>	Article pour lequel le financement et l'affiliation des auteurs semblent indépendants de l'industrie et des compagnies. Aucun conflit d'intérêts apparent.	Article dont le financement et l'affiliation semblent reliés à l'industrie ou à des compagnies. Étude présentant un conflit d'intérêts.
<b>Révision par les pairs</b>	Publication révisée par les pairs.	Publication non révisée par les pairs (ex. : résumé de conférence ou de présentation par affiche).

Figure A1-1 : Organigramme PRISMA



## ANNEXE 2 LISTE DES ORGANISMES RECONNUS CONSULTÉS POUR LEURS RECOMMANDATIONS

Abréviation	Nom complet
ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
AFSSE	Agence française de sécurité sanitaire environnementale
AHS	Alberta Health Services
ANSES-SANTÉ ENVIRO	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
APHA	American Public Health Association
ASHRAE	American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers
ASPC	Agence de la santé publique du Canada
CCHST	Centre canadien d'hygiène et de sécurité au travail
CCNSE	Centre de collaboration nationale en santé environnementale
CDC	Centers for Disease Control and Prevention
CDPH	California Department of Public Health
CIBSE	Chartered Institution of Building Services Engineers
CNRC	Conseil national de recherches Canada
CSHQ	Centre de Soumissions en Habitation du Québec
CSTB	Centre scientifique et technique du bâtiment
HCSP	Haut Conseil de la santé publique
HRAI	Heating, Refrigeration and Air Conditioning Institute of Canada
IEA	International Energy Agency

Abréviation	Nom complet
MDDELCC	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et de la Lutte contre les changements climatiques
MSS	Ministère des Solidarités et de la Santé
MSSS	Ministère de la Santé et des Services sociaux
OMHM	Office municipal d'habitation de Montréal
Ooreka	Ooreka
OQAI	Observatoire de la qualité de l'air intérieur
OSHA	Occupational Safety and Health Administration
PHE	Public Health England: Health Protection, Chemical Hazards
PHO	Public Health Ontario
REHVA	Federation of European Heating, Ventilation and Air Conditioning Associations
RNCan	Ressources naturelles Canada
RSEIN	Réseau de recherche Santé Environnement Intérieur
SC	Santé Canada
SCHL	Société canadienne d'hypothèques et de logement
SFSP	Société française de santé publique
TEQ	Transition énergétique Québec
TPH	Toronto Public Health
U.S. EPA	U.S. Environmental Protection Agency
WHO/OMS	World Health Organization / Organisation mondiale de la Santé

## ANNEXE 3 TABLEAU SYNTHÈSE DES ÉTUDES RETENUES

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Anderson et Bell, 2009</b>	Transversale	États-Unis (107 villes)	Adultes décédés (décès liés à la température, aux maladies cardiovasculaires et respiratoires) pour une variation de température entre le 99 <sup>e</sup> et le 90 <sup>e</sup> centile, 1987-2000.	Une augmentation de la prévalence de climatiseurs centraux équivalente à l'écart interquartile (1 <sup>er</sup> et 3 <sup>e</sup> quartiles) est associée à une diminution du risque de mortalité de 87,7 % (p < 0,01). Chez les adultes de 65 ans et plus, la réduction de la mortalité est légèrement plus importante (94,9 %; p < 0,01).	Conditions contrôlées : âge, origine ethnique, statut socioéconomique, densité de population, cause du décès (température, maladies cardiovasculaires et respiratoires), population à risque, périodes de vagues de chaleur, délais d'exposition, durée d'exposition, variations régionales de la pollution atmosphérique (O <sub>3</sub> et PM <sub>10</sub> [lag 1 jour]), acclimatation.
<b>Bell, Ebisu, Peng et Dominici, 2009</b>	Transversale/QAI	États-Unis (168 villes)	Aînés (65 ans et plus) décédés (décès liés aux maladies cardiovasculaires et respiratoires), 1999-2005.	Avoir un climatiseur n'a pas d'effet significatif sur la réduction du risque de mortalité associée aux concentrations de PM <sub>10</sub> chez les personnes de 65 ans et plus en période estivale (juin à août) ni pour les climatiseurs centraux (2,0 % [IC 95 % = -60,3 à 64,3]) ou pour tout type de climatiseur (29,9 % [IC 95 % = -84,0 à 144]).  Lorsque les concentrations de PM <sub>2,5</sub> sont élevées pendant l'été, une augmentation de la prévalence de la population possédant un climatiseur central équivalente à 20 % réduit significativement le risque d'hospitalisation pour maladies cardiovasculaires de 79,5 % (IC 95 % = -143,0; -15,7). Cette relation n'est toutefois pas significative pour les hospitalisations pour maladies respiratoires (38,6 %; IC 95 % = -160,0; 82,6).	Conditions contrôlées : période estivale (juin à août), statut socioéconomique (taux de pauvreté, de chômage, pourcentage de la population ayant un diplôme d'études secondaires).

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Bobb, Peng, Bell et Dominici, 2014</b>	Transversale	États-Unis (105 villes)	Adultes décédés (décès liés à la chaleur), 1987-2005.	<p>Les décès liés à la chaleur (par 1 000 décès) sont passés de 51 en 1987 (95 % intervalle postérieur [IP] = 42-61) à 19 en 2005 (95 % IP = 12-27), soit une diminution de 32 (95 % IP = -45; -18; p = 0,05). D'ailleurs, la réduction temporelle du risque de décès par 1 000 décès est significativement plus marquée chez les 65-74 ans ainsi que chez les 75 ans et plus, puisque les variations sont respectivement de 37 (95 % IP = -64; -10; p = 0,05) et de 40 (95 % IP = -59; -21, p = 0,05) pour ces deux groupes d'âge.</p> <p>De même, la réduction temporelle du risque de décès par 1 000 décès est significativement plus marquée dans les régions du nord des États-Unis, où le climat est plus froid par rapport à celles du sud.</p> <p>Bien que cette diminution du risque de mortalité soit légèrement plus importante dans les villes où la prévalence de climatiseurs centraux est plus élevée, cette association n'est pas significative.</p>	

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Bouchama et al., 2007</b>	Méta-analyse d'études cas-témoins	États-Unis (4 études) et France (2 études) (n = 6)	Adultes décédés (décès liés à la chaleur).	Toutefois, prendre plus souvent une douche ou un bain (RC = 0,32; IC 95 % = 0,1-1,1; p = 0,07) et utiliser un ventilateur électrique (RC = 0,60; IC 95 % = 0,4-1,1; p = 0,31) pendant les vagues de chaleur sont associés à une réduction non significative du risque de décès.	Conditions contrôlées : âge, sexe, quartier de résidence.  Variables étudiées : être confiné au lit, ne pas quitter la maison chaque jour, être incapable de prendre soin de soi, être atteint d'une maladie préexistante (maladie psychiatrique, maladies cardiovasculaires, prise de médicaments psychotropes, maladies pulmonaires).
<b>Braga, Zanobetti et Schwartz, 2001</b>	Transversale/mé-tarégression	États-Unis (12 villes)	Adultes décédés (décès liés à la température), 1986-1993.	Les auteurs ont trouvé une association inverse entre le log du risque relatif de décès attendu à 30 °C et l'utilisation de la climatisation centrale dans la ville. Ainsi, plus l'utilisation de la climatisation centrale dans la ville est élevée, plus le log du risque relatif de décès attendu à 30 °C est faible.  Les auteurs ont trouvé une association positive entre le log du risque relatif de décès attendu à 30 °C et la variation des températures estivales. Ainsi, plus la variation des températures estivales de la ville est grande, plus le log du risque relatif de décès attendu à 30 °C est important.  Le climat local d'une ville (variation des températures estivales locales) peut expliquer 64 % de la variation du risque logarithmique de mortalité associée à la chaleur (coeff = 0,0031; erreur type = 0,0007), alors que la prévalence de climatiseurs en explique seulement 33 % (coeff = -0,0016; erreur type = 0,0007).	Variables étudiées : saison, pression barométrique, jour de la semaine.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Cardoza, Gronlund, Schott, Ziegler, Stone et O'Neill, 2020</b>	Transversale	États-Unis (Détroit, Michigan)	Adultes volontaires habitant la ville de Détroit (n = 101).	Les individus qui habitent un logement sans climatiseur ont un risque plus élevé de souffrir de problèmes de santé liés à la chaleur (crampes musculaires, étourdissements, fatigue, faiblesse, céphalées, nausées, vomissements, perte de conscience ou pâleur) que ceux qui habitent un logement avec climatiseur central (RC = 4,66, IC 95 % = 1,22 à 17,72).	Conditions ajustées : âge, état de santé.  Variables étudiées : pourcentage de canopée, nombre d'étages du foyer, nombre d'habitants du foyer, préoccupations relatives aux coûts d'utilisation de la climatisation.
<b>Carter, Field, Oppermann et Brearley, 2020</b>	Cohorte	Australie	Adultes travaillant à l'extérieur (travailleurs de la construction, jardiniers, etc.) entre octobre et décembre 2016 (n = 179).	L'exposition des travailleurs à la climatisation réduit le risque de symptômes de stress thermique chroniques (RC = 0,5, IC 95 % = 0,3 à 0,7, p < 0,001) ou sévères (RC = 0,7, IC 95 % = 0,5 à 0,9, p = 0,019).	Variables étudiées : âge, sexe, région de travail du participant, durée d'habitation dans la région (en années), nombre d'heures travaillées par jour, vêtements portés au travail.
<b>Curriero et al., 2002</b>	Transversale	États-Unis (11 villes)	Adultes décédés (décès liés à la température, aux maladies cardiovasculaires et respiratoires), 1973-1994.	Une augmentation de 10 % de la proportion de ménages avec climatiseur est associée à une diminution du risque de décès de - 0,77 % (p = 0,05) par augmentation de 10 °F et de -1,40 (p = 0,05), lorsqu'ajusté pour la latitude.  Pour la température minimale de mortalité (MMT), seule la prévalence de climatiseurs présente une association significative (MMT = 2,54), mais considérablement réduite, lorsqu'ajustée pour la latitude (MMT = 0,46 et non significatif).	Conditions contrôlées : sexe, origine ethnique, tabagisme, soins médicaux, affections saisonnières (ex. : épidémies de grippe), latitude.  Variables étudiées : groupes d'âge (< 65 ans, 65 à 75 ans, > 75 ans), sans diplôme secondaire, faible revenu.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Eisenman et al., 2016</b>	Transversale	États-Unis (Maricopa County, Arizona)	Adultes décédés (décès liés à la chaleur, aux maladies cardiovasculaires et respiratoires, à une insuffisance rénale aiguë et maladie rénale chronique, à des troubles de l'équilibre hydrique, électrolytique et acidobasique, à la déshydratation, au diabète) lors des vagues de chaleur (97,5 <sup>e</sup> centile de la température maximale pendant 3 jours consécutifs pour les mois de juin à août), 2005-2010.  Données agrégées par secteurs de recensement.	Lorsque la température maximale augmente, ne pas posséder de climatiseur résidentiel est significativement associé à un risque plus élevé de décès, toutes causes confondues (RR = 1,02; IC 95 % = 1,00-1,03; p = 0,01). Une augmentation de 1 % de la proportion de ménages sans climatiseur augmente le risque de décès causés par l'augmentation de la température maximale de 2 %. Cette relation n'est toutefois pas significative lorsque seuls les coups de chaleur sont pris en compte (RR = 1,02; IC 95 % = 0,99-1,04; p = 0,16).  L'accès à un espace public climatisé est significativement associé à une réduction des décès (RR = 0,99; IC 95 % = 0,98-1,00; p = 0,03). La mortalité augmente plus rapidement lorsque la température maximale augmente dans les secteurs de recensement où l'accès à un espace public climatisé est moindre.  La vulnérabilité socioéconomique est associée à une augmentation des décès (RR = 1,03; IC 95 % = 1,00-1,06; p = 0,03).	Conditions contrôlées : cause de décès (coup de chaleur, maladies cardiovasculaires et respiratoires, insuffisance rénale aiguë, maladie rénale chronique, troubles de l'équilibre électrolytique et acidobasique, déshydratation et diabète), température maximale.  Variables étudiées : âge, sexe, vivre seul, origine ethnique, naissance dans un autre pays, secteur de travail, seuil du faible revenu, déplacement en voiture, locataires.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Franklin, Zeka et Schwartz, 2007</b>	Transversale/mé-tarégression/QAI	États-Unis (n = 27 régions métropolitaines; n = 15 régions métropolitaines avec des pics de température estivale)	Adultes décédés (coup de chaleur, maladies cardiovasculaires et respiratoires), 1997-2002.	Une proportion plus importante de personnes ayant un climatiseur central (75 <sup>e</sup> percentile = 77 %) réduit significativement le risque de mortalité associée à des concentrations extérieures élevées de PM <sub>2,5</sub> de -0,55 %, toutes causes de décès confondues (IC 95 % = -1,95; 0,85; p = 0,05), et de -2,08 % pour les causes respiratoires (IC 95 % = -1,47; 0,31; p = 0,04) par rapport à une faible proportion (25 <sup>e</sup> percentile = 45 %), respectivement de 1,01 %, toutes causes de décès confondues (IC 95 % = -0,30 à 2,32;), et de 0,76 % pour les causes respiratoires (IC 95 % = -1,38 à 2,90).	Conditions contrôlées : âge, sexe.  Variables étudiées dans la rétarégression : situation géographique, concentration annuelle de PM <sub>2,5</sub> (supérieure à 15 mg/m <sup>3</sup> ), proportion d'individus possédant un climatiseur central.
<b>Gao et al., 2016</b>	Transversale	Chine (7 villes)	Adultes souffrant de rhinosinusite chronique ou non (n = 10 633).	Utiliser la climatisation chaque jour en période estivale, tout comme le fait d'être exposé occasionnellement (RC = 1,50; IC 95 % = 1,13 à 2,01) ou fréquemment (RC = 2,41 IC 95 % = 1,50 à 3,85) à des moisissures ou à des niveaux élevés d'humidité, augmente le risque de rhinosinusite chronique de manière significative (RC = 1,38 [1,02-1,87]).	Conditions ajustées : âge, sexe, origine ethnique, tabagisme, état civil, niveau de scolarité, niveau de revenu mensuel par personne du ménage.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Graudenz et al., 2005</b>	Cohorte	Brésil (São Paulo)	Adultes travaillant dans des bureaux climatisés et non climatisés (n = 1 994).	<p>La climatisation en milieu de travail est significativement associée à certains symptômes respiratoires autorapportés, tels qu'une toux persistante (RC = 3,04, IC 95 % = 2,00 à 4,63) et des symptômes liés aux voies nasales supérieures (RC = 1,59, IC 95 % = 1,11 à 2,28) et naso-oculaires (RC=1,58, IC 95 % = 1,05 à 2,38) et à la sinusite (RC = 1,85, IC 95 % = 1,27 à 2,71).</p> <p>Les symptômes des voies respiratoires inférieures (ex. : les épisodes de respiration sifflante ou d'essoufflement dans la poitrine) ne sont toutefois pas associés à la climatisation.</p>	Conditions ajustées : âge, sexe, temps de travail cumulé, habitudes tabagiques, antécédents d'atopie.
<b>Gronlund, Zanobetti, Wellenius, Schwartz et O'Neill, 2016</b>	Méta-analyse	États-Unis (109 villes)	Adultes de 65 ans et plus hospitalisés pour coup de chaleur, problèmes respiratoires et rénaux pendant les vagues de chaleur (après 6 jours consécutifs d'exposition à des températures maximales supérieures au 97 <sup>e</sup> centile), 1992-2006.	<p>Une prévalence plus élevée de climatiseurs (3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> quartiles) réduit significativement le risque d'hospitalisation (RC ajusté = 3 % IC 95 % = -2; 9 %; p &lt; 0,01 au 4<sup>e</sup> quartile) par rapport à une faible prévalence de climatiseurs (RC ajusté = 18 %; IC 95 % = 12; 24 au 1<sup>er</sup> quartile).</p> <p>D'ailleurs, au 1<sup>er</sup> quartile, le risque d'hospitalisation était significativement plus marqué chez les aînés de 78 ans et plus (RC ajusté = 24 %; IC 95 % = 17; 32; p &lt; 0,01) que chez les aînés de 65-77 ans (RC ajusté = 12 %; IC 95 % = 6; 19), alors qu'il était pratiquement nul aux 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> quartiles pour les deux groupes d'âge.</p>	Conditions contrôlées : âge, sexe, origine ethnique, composition ethnique du quartier, espaces non végétalisés du quartier, niveau de scolarité des résidents quartier, âge du logement.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Guirguis et al., 2018</b>	Cohorte	États-Unis (San Diego, Californie)	Adultes hospitalisés pour des problèmes de santé liés à la chaleur entre mai et octobre, 1999-2013.	Les résultats de cette étude indiquent que les impacts sanitaires liés à la chaleur sont plus importants chez les individus n'ayant pas de climatiseur. En effet, chez les résidents de la région côtière du comté de San Diego, où la proportion de ménages possédant un climatiseur est la plus faible, les hospitalisations, toutes causes confondues, augmentent de 14,6 % (IC 95 % = 4,5 % à 24,6 %) lors des journées chaudes (> 35 °C) en comparaison des journées plus fraîches. Aucun changement significatif dans les hospitalisations n'a été observé chez les résidents des zones où la proportion de ménages possédant un climatiseur est la plus élevée.	Variables étudiées : âge, région habitée (côtière, agricole ou désertique), revenu, origine ethnique, statut d'occupation du logement, présence de climatiseur ou non, température journalière maximum.
<b>Janssen, Schwartz, Zanobetti et Suh, 2002</b>	Cohorte	États-Unis (14 villes)	Adultes de 65 ans et plus hospitalisés pour des maladies cardiovasculaires, MPOC et pneumonie toute l'année, 1985-1994.	Une augmentation de la prévalence de climatiseurs équivalente à l'écart interquartile (1 <sup>er</sup> et 3 <sup>e</sup> quartiles) réduit significativement le risque d'hospitalisation pour maladies cardiovasculaires de 50,5 % (erreur type = 0,46 %; p < 0,01) (lag 0/1) et MPOC de 91,6 % (erreur type = 27,9 %; p < 0,01) (lag 1/2), alors que le risque d'hospitalisation pour pneumonie est réduit de 52,8 % (erreur type = 28,8 %; p < 0,10), mais peu significatif.	Conditions contrôlées : jour de la semaine, température moyenne, HR moyenne, pression barométrique.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Kaiser et al., 2001</b>	Cas-témoin	États-Unis (Cincinnati)	Adultes décédés (décès liés à la chaleur), canicule d'août 1999 (n = 1 734).	Un climatiseur fonctionnel est le facteur de protection le plus important contre la mortalité liée à la chaleur (RC = 0,03; IC 95 % = 0-0,2).  L'utilisation d'un ventilateur électrique ne représente pas un facteur de protection (RC = 0,5; IC 95 % = 0,01-39).	Conditions contrôlées : âge, quartier de résidence.  Variables étudiées : passer du temps dans des endroits publics climatisés, réduire les activités physiques pendant les périodes de chaleur, utiliser un ventilateur électrique, être atteint d'une maladie mentale, faible revenu, prise de médicaments psychotropes et anticholinergiques.
<b>Kilbourne, Choi, Jones et Thacker, 1982</b>	Cas-témoin	États-Unis (Kansas City et Saint-Louis)	Adultes décédés et hospitalisés (coup de chaleur), canicule de juillet et août 1980 (n = 156 462).	Le RR de décès par coup de chaleur pour les personnes ne possédant pas de climatiseur est 49,4 fois plus élevé (IC 95 % = 7,4-286,4) que pour celles utilisant un climatiseur en continu (24 h/24). Passer une heure par jour à la climatisation réduit le risque de décès (RR = 0,85; IC 95 % = 0,79; 0,92).  Aucune association significative entre l'utilisation de ventilateurs sur pied et le risque de coup de chaleur.  Passer une heure par jour à la climatisation réduit le risque d'hospitalisation pour coup de chaleur non mortel (RR = 0,93; IC 95 % = 0,89; 0,98), de même qu'une augmentation de l'hydratation par consommation d'eau (RR = 0,27; IC 95 % = 0,11; 0,66) et un couvert végétal abondant (RR = 0,52; IC 95 % = 0,30; 0,93).	Conditions contrôlées : âge, sexe, quartier de résidence.  Variables étudiées : posséder un climatiseur, capacité de prendre soin de soi, réduire les activités physiques pendant les périodes de chaleur, antécédents d'alcoolisme, passer du temps dans des endroits publics climatisés, médication (tranquillisants majeurs et anticholinergiques)

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Lee et al., 2020</b>	Cohorte	Corée du Sud	Adultes volontaires de 19 ans et plus (n = 1000) qui ont été exposés à la vague de chaleur de 2018.	Les participants qui utilisent la climatisation plus de 10 heures par jour, en semaine, risquent davantage de présenter des symptômes d'« <i>air-conditioningitis</i> » (RC = 1,53; IC 95 % = 1,12 à 2,09) et de consulter un professionnel de la santé (RC = 1,77; IC 95 % = 1,21 à 2,59). Les participants qui règlent la température du climatiseur à 24 °C ou moins risquent davantage de rapporter des symptômes liés à la chaleur (RC = 1,48; IC 95 % = 1,15 à 2,11), des désordres allergiques (RC = 1,55; IC 95 % = 1,04 à 2,30) et des désordres psychologiques (RC = 1,61; IC 95 % = 1,12 à 2,32). Les participants qui font fonctionner la climatisation pendant la nuit risquent plus de rapporter des symptômes de désordres respiratoires (RC = 1,90; IC 95 % = 1,20 à 2,99) et d'« <i>air-conditioningitis</i> » (RC = 1,61; IC 95 % = 1,15 à 2,27).	Conditions ajustées : âge, sexe, région de résidence, occupation, type de logement, nombre de membres du ménage, revenu du ménage, pauvreté relative (revenu mensuel de moins de 50 % du revenu médian), indice de masse corporelle ( $\geq 25,0$ kg/m <sup>2</sup> ), présence de maladies chroniques.
<b>Li et al., 2020</b>	Transversale	Chine (Chongqing)	Enfants de 6 à 13 ans qui fréquentaient deux écoles primaires de deux districts de la région (n = 2 126).	Utiliser un climatiseur résidentiel plus de 8 heures par jour pendant l'été est associé à une incidence plus élevée d'asthme (OR = 1,99; IC 95 % = 1,10 à 3,60), de bronchite (RC = 1,62; IC 95 % = 1,29 à 2,04) et de rhinite allergique (RC = 1,51; IC 95 % = 1,13 à 2,02).	Conditions ajustées : âge, sexe, naissance prématurée, faible poids à la naissance, durée de l'allaitement exclusif, niveau d'éducation des parents, présence d'asthme ou de bronchite chez les parents.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Li et Gu, 2020</b>	Populationnelle descriptive longitudinale	Chine	Décès de toutes causes et à tout âge entre 1964 et 2008.	Seuls les climatiseurs résidentiels diminuent de manière statistiquement significative la relation entre la mortalité annuelle et les températures > 27 °C (log du taux de mortalité -0,00150; valeur-p < 0,05). Cela met en lumière le fait que les provinces ayant une unité additionnelle de climatiseur par 100 foyers pourraient voir un déclin du taux de mortalité annuel de 0,0015 log.	Conditions ajustées : log du revenu, log du nombre de médecins par 10 000 habitants, log du nombre de lits d'hôpitaux par 10 000 habitants, pourcentage de la population vivant en milieu urbain, sexe, pollution de l'air (SO <sub>2</sub> , poussières et smog).
<b>López-Bueno et al., 2020</b>	Descriptive longitudinale	Espagne (Madrid)	Décès journaliers de cause naturelle survenus dans les districts de Madrid entre le 1 <sup>er</sup> janvier 2010 et le 31 décembre 2013.	La probabilité de déceler un impact sur la mortalité journalière dans un district de Madrid augmente lorsque le pourcentage de ménages ne possédant pas de climatiseur augmente ( $\beta = 0,153$ , écart type = 0,05, $z = 2,83$ , $p >  z  = 0,005$ ).	Conditions ajustées : niveau de revenu du ménage, pourcentage de la population du district > 65 ans, nombre d'hectares d'espaces verts dans chaque district, pourcentage des ménages sans climatiseur.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Medina-Ramón, Zanobetti et Schwartz, 2006</b>	Case-crossover/méta-analyse	États-Unis (36 villes)	Adultes de 65 ans et plus hospitalisés pour MPOC et pneumonie pendant l'été (mai à septembre), 1986-1999.	<p>Une augmentation de la prévalence de climatiseurs équivalente à l'écart interquartile (25<sup>e</sup> et 75<sup>e</sup> percentiles) réduit significativement le risque d'hospitalisation pour pneumonie associée à la concentration d'O<sub>3</sub> (lag 2), celui-ci passant de 0,54 % (IC 95 % = 0,38; 0,70; p &lt; 0,05) à seulement 0,30 % (IC 95 % = 0,10; 0,49, p &lt; 0,05) lorsque la prévalence de climatiseurs centraux est élevée.</p> <p>Une augmentation de la prévalence de climatiseurs équivalente à l'écart interquartile (25<sup>e</sup> et 75<sup>e</sup> percentiles) réduit significativement le risque d'hospitalisation pour pneumonie associée aux concentrations de PM<sub>10</sub> (lag 0), celui-ci passant de 1,47 % (IC 95 % = 0,94; 2,00; p &lt; 0,05) à seulement -0,11 % (IC 95 % = -0,79; 0,57, p &lt; 0,05) lorsque la prévalence de climatiseurs centraux est élevée.</p> <p>La relation entre les hospitalisations pour MPOC et les concentrations de PM<sub>10</sub> ou d'O<sub>3</sub> est toutefois non significative.</p>	Conditions contrôlées dans la méta-analyse : concentrations de PM <sub>10</sub> et d'O <sub>3</sub> , proportion de 65 ans et plus en situation de pauvreté, taux de mortalité des personnes de 65 ans et plus, température journalière (moyenne et variance), PM <sub>10</sub> provenant du trafic routier.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Nordio, Zanobetti, Colicino, Kloog et Schwartz, 2015</b>	Transversale/mé-tarégression	États-Unis (211 villes)	Adultes décédés (décès liés à la température), 1962-2006.	Une augmentation de 50 % de la prévalence de la climatisation est associée à une diminution de 1,37 % (IC 95 % = 0,48; 2,26) du risque de mortalité liée à la chaleur. De plus, un climat local plus chaud permet une réduction plus importante du risque de mortalité, puisque chaque augmentation de 5 °C du climat local (température moyenne estivale) est associée à une diminution de 1,78 % du risque de décès (IC 95 % = 0,82; 2,74).	Conditions contrôlées : localisation géographique, températures moyennes estivales.  Variables étudiées pour chacune des villes : moyenne et écart type des températures estivales et hivernales, revenu moyen, niveau d'éducation, climatisation, densité de population, pourcentage d'espaces verts, origine ethnique.
<b>Nunes, Paixão, Dias, Nogueira et Marinho Falcão, 2011</b>	Cohorte	Portugal	Personnes de 45 ans et plus hospitalisées pendant une canicule de 18 jours (du 29 juillet au 15 août) en 2003 (n = 10 997)	La survie des patients séjournant dans les hôpitaux climatisés est significativement plus élevée (ajusté pour covariables HR = 0,60; IC 95 % = 0,37-0,97) que celle des patients séjournant dans les hôpitaux non climatisés. Cela indique un effet protecteur de la climatisation d'environ 40 %.  Aucune différence significative de la survie entre les patients séjournant dans les hôpitaux climatisés et ceux séjournant dans les hôpitaux non climatisés au printemps et en hiver (ajusté pour covariables HR = 1,05; IC 95 % = 0,84-1,32).	Conditions contrôlées : âge, sexe, département hospitalier, diagnostic, région du pays.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>O'Neill et al., 2005</b>	Transversale/mé-tarégression	États-Unis (4 villes)	Adultes blancs et afro-américains décédés (décès liés à la chaleur), 1986-1993	Le risque de mortalité liée à la chaleur est plus élevé chez les Afro-Américains (RR = 9,0 %, IC 95 % = 5,3;12,8) que chez la population caucasienne (RR = 3,7 % IC 95 % = 1,9-5,4), soit une différence de 5,3 %. La prévalence de climatiseurs centraux expliquerait jusqu'à 64 % de cette disparité.	Conditions contrôlées : pression barométrique de PM <sub>10</sub> , du jour de la semaine, température moyenne (lag 1, lag 2, lag 3), saison.  Variable étudiée : origine ethnique.
<b>Ostro, Rauch, Green, Malig et Basu, 2010</b>	Cohorte /méta-analyse	États-Unis (code postal pour l'État de la Californie)	Adultes hospitalisés pour maladies cardiovasculaires et respiratoires, diabète, déshydratation, coup de chaleur et insuffisance rénale aiguë en période estivale (mai à septembre), 1999-2005	Une augmentation de 10 % de la proportion de la population possédant un climatiseur correspond à une réduction significative du risque d'hospitalisation de 19,4 % (IC 95 % = 5,3 à 33,5) pour pneumonie, de 11,5 % (IC 95 % = 4,9 à 18,1) pour déshydratation, de 4 % (IC 95 % = 1,9 à 6,0) pour coup de chaleur, de 36,2 % (IC 95 % = 4,6 à 67,6) pour cardiopathies ischémiques et de 20,4 % (IC 95 % = 0,6 à 40,1) pour accidents vasculaires cérébraux (AVC) ischémiques.  Une augmentation de 10 % de la proportion de la population possédant un climatiseur entraîne une réduction du risque absolu de morbidité plus importante chez les personnes de 65 ans et plus par rapport aux moins de 65 ans, tant pour les maladies cardiovasculaires (65 ans et plus = 0,76 % [IC 95 % = 0,29 à 1,22] vs moins de 65 ans = 0,46 % [IC 95 % = 0,01 à 0,92]) que pour les maladies respiratoires (65 ans et plus = 0,52 % [IC 95 % = 0,05 à 1,00] vs moins de 65 ans = 0,33 % [IC 95 % = 0,20 à 0,85]).	Conditions contrôlées : âge, température quotidienne (moyenne, maximale et minimale), HR, statut socioéconomique.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Ranadive et al., 2021</b>	Cohorte	Inde (Ahmedabad)	Tous les individus qui ont été transportés en ambulance de 8 h à 20 h entre le 15 avril et le 15 juin 2016 à la suite d'une plainte en lien avec un problème de santé aigu lié à la chaleur (n = 480).	Pour les participants, le fait de se trouver dans un lieu climatisé à l'arrivée des ambulanciers réduit le risque d'épuisement par la chaleur (RC = 0,29; IC 95 % = 0,10 à 0,85, valeur p = 0,024).	Variables étudiées : âge, sexe, niveau d'éducation, antécédents médicaux, lieu de récupération du participant, signes cutanés (peau chaude en diaphorèse, peau chaude et sèche), signes neurologiques (échelle de coma de Glasgow), température corporelle, données de température, d'humidité et d'index de chaleur du lieu de récupération du participant et de la station météorologique de l'aéroport.
<b>Reponen et al., 2011</b>	Expérimentale	États-Unis (Cincinnati, Ohio)	Enfants de 1 an à 7 ans nés avec une atopie (n = 176).	Les occupants d'un environnement résidentiel où la présence de moisissures est élevée sont au moins deux fois plus susceptibles de souffrir d'asthme (RC ajusté, 2,4; 95 % CI = 1,04 à 5,73). Posséder un climatiseur est la seule caractéristique de l'environnement résidentiel ayant un effet significatif sur la réduction des concentrations de moisissures (RC ajusté = 0,4; 95 % CI = 0,19 à 0,79).	Conditions ajustées : présence de tapis, de déshumidificateur, âge de la maison, espèce de moisissure.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Rogot, Sorlie et Backlund, 1992</b>	Cohorte	États-Unis	Adultes décédés (décès liés à la chaleur) lors des mois où la température moyenne a excédé 21 °C entre 1980 et 1985 (n = 72 740).	<p>Posséder un climatiseur central est significativement associé à un plus taux de mortalité par rapport au fait de ne pas en posséder (p &lt; 0,05 M-H). L'association est presque significative pour le groupe des 65 ans et plus (p = 0,06 M-H).</p> <p>Le risque relatif de décès est de 0,58 lors des vagues de chaleur. Le taux de mortalité des personnes possédant un climatiseur central est 42 % plus faible que celui des personnes ne possédant pas de climatiseur central (covariables contrôlées).</p> <p>Posséder un climatiseur de fenêtre est significativement associé à un plus faible taux de mortalité pour les appartements de trois pièces et moins (p = 0,04 M-H test).</p>	<p>Conditions contrôlées : populations réparties de manière identique selon l'âge, le groupe ethnique, le sexe, le revenu, la température moyenne lors du mois de décès.</p> <p>Variables étudiées : climatiseur (central et de fenêtre).</p>
<b>Sahakian, Park et Cox-Ganser, 2009</b>	Expérimentale	États-Unis	Adultes travaillant dans des bureaux climatisés et non climatisés (n = 4 345).	La climatisation résidentielle est fortement associée au fait d'avoir consulté un omnipraticien ou un pneumologue au cours de l'année précédente (RP ajusté pour médecin de soins primaires = 1,06 IC 95 % = 1,03 à 1,10 p < 0,05; RP ajusté pour pneumologue = 1,58; IC 95 % = 1,12 à 2,24 p < 0,05).	Conditions ajustées : âge, sexe, tabagisme, origine ethnique, éducation, niveau de revenu du ménage, région géographique, allergies saisonnières, vaccin contre la grippe reçu dans la dernière année, présence d'obésité.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Semenza et al., 1996</b>	Cas-témoin	États-Unis (Chicaco, Illinois)	Adultes décédés (décès liés à la chaleur, aux maladies cardiovasculaires) (n = 339) lors de la canicule du 21 juillet au 18 août 1995 (28 jours).	<p>Le facteur de protection le plus important est de posséder un climatiseur résidentiel (RC=0,3; IC=0,2-0,6). Il est estimé que plus de 50 % des décès liés aux vagues de chaleur auraient pu être évités si chaque maison avait été climatisée (analyse multivariée pondérée).</p> <p>Les résidents d'un immeuble à appartements sont plus susceptibles de ne pas posséder de climatiseur (RC = 3,4; IC = 2,1-5,4) que les personnes vivant dans une maison unifamiliale.</p> <p>L'utilisation de ventilateurs constitue un facteur de protection non significatif.</p>	<p>Conditions contrôlées : âge, sexe, origine ethnique.</p> <p>Variables étudiées : posséder un climatiseur, capacité de prendre soin de soi, activité physique pendant les périodes de chaleur, antécédents d'alcoolisme, passer du temps dans des endroits publics climatisés et médication (tranquillisants majeurs et anticholinergiques), habiter au dernier étage d'un bâtiment.</p>

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Sera et al., 2020</b>	Design longitudinal multipays, multiville	États-Unis, Japon, Canada et Espagne (total de 331 localités dans les 4 pays)	Décès de toutes causes (Canada, Japon, Espagne) ou non accidentels (É. U.) au cours de l'été (juin à septembre), 1972-2009 (plus de 23 millions de décès).	<p>Au Japon, les décès supplémentaires liés à la chaleur ont diminué de 3,57 % à 1,10 %, aux É.-U. de 1,70 % à 0,53 %, et en Espagne de 3,54 % à 2,78 % pour le 99<sup>e</sup> percentile de la distribution de la température. Au Canada, la diminution pour le 99<sup>e</sup> percentile n'était pas significative, mais pour les températures se situant entre le 50<sup>e</sup> et le 90<sup>e</sup> percentile, les décès supplémentaires ont diminué de 1,40 % à 0,80 %.</p> <p>Une augmentation de la proportion de ménages possédant un climatiseur de 30 % à 80 % serait associée à une réduction des décès liés à la chaleur de 30,2 % aux É.-U., de 24,9 % au Canada, de 20,3 % au Japon et de 8,8 % en Espagne.</p> <p>Une augmentation de la proportion de ménages possédant un climatiseur n'est responsable qu'en partie de la diminution des décès supplémentaires, soit 16,7 % au Canada et aux É.-U., 20,0 % au Japon et 14,3 % en Espagne.</p>	Variables étudiées : températures au cours de l'été (juin à septembre), proportion de ménages possédant un climatiseur.

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Theocharis et al., 2013</b>	Cohorte	Grèce (Attica)	Aînés (75 ans et plus) décédés, été 2011. Période du 10 juillet au 20 août 2011 (41 jours). Appels à SOS Doctors.	Le taux de mortalité des individus ayant recours à des méthodes de rafraîchissement est significativement inférieur à celui des non-utilisateurs (10 % vs 19 %; $p < 0,05$ ).  Aucune différence significative quant à la mortalité n'a été observée entre les utilisateurs de climatiseurs et les utilisateurs de ventilateurs électriques (11,3 % vs 15,4 %; $p = 0,72$ ).  Ne pas utiliser de méthode de rafraîchissement est associé de manière significative à une mortalité plus élevée (RC ajusté pour covariables = 2,18; IC 95 % = 1,06-4,50).	Conditions contrôlées : âge, sexe, date et heure, température maximale, conditions de vie (seul ou pris en charge par la famille, les amis ou autre), diagnostic préexistant, hospitalisation d'urgence, plainte majeure, type d'appareil de rafraîchissement (climatiseur, ventilateur).

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Wang et al., 2016</b>	Cohorte	États-Unis (1916 comtés)	Aînés de 65 ans et plus hospitalisés pour coup de chaleur après au moins 2 jours consécutifs d'exposition à une température moyenne quotidienne supérieure au 97 <sup>e</sup> centile des températures dans ce comté, 1999-2010.	<p>Une augmentation de 10 % de la proportion de personnes possédant un climatiseur central dans la population à l'étude réduit de 28 % (IC 95 % = 9-43) le risque d'hospitalisation pour coup de chaleur chez les 65 ans et plus.</p> <p>Les autres facteurs étudiés ne se sont pas avérés significatifs (indice de couvert végétal, densité de population, température moyenne estivale, humidité relative, vitesse du vent, couvert nuageux ou concentration d'O<sub>3</sub>).</p> <p>Le RR est similaire pour les mois de juin et de juillet, mais significativement plus faible pour le mois d'août (interaction juillet à juin p = 0,78; interaction août à juin p = 0,03).</p> <p>Le RR est plus élevé dans le nord-est (RR = 25,5; IC 95 % = 14,9-43,6) et l'ouest (RR = 13,4; IC 95 % = 7,5-24,2) des États-Unis, alors qu'il est plus bas dans le centre nord-ouest (RR = 2,9; IC 95 % = 0,9-8,9).</p>	<p>Conditions contrôlées : âge, région climatique.</p> <p>Variables étudiées : température moyenne quotidienne, HR, vitesse du vent, proportion de ménages possédant un climatiseur pour chacun des comtés, indice de couvert végétal, densité de population, couvert nuageux, concentration d'O<sub>3</sub>.</p>

Tableau A3-1 Synthèse des résultats sur la mortalité, les hospitalisations et la morbidité à partir des études retenues (suite)

Références	Type d'étude	Pays	Population et période d'étude	Principaux résultats	Covariables
<b>Zhang et al., 2016</b>	Cas-témoin	Australie (région métropolitaine d'Adélaïde)	Adultes hospitalisés pour une cause liée à la chaleur pendant une vague de chaleur en 2009 (5 jours) (n = 143).	La présence d'un climatiseur dans la chambre à coucher est un important facteur de protection (RC ajusté = 0,12; IC 95 % = 0,02 à 0,74) de même qu'un niveau d'éducation plus élevé (RC ajusté = 0,48; IC 95 % = 0,23 à 0,99). Ainsi, la présence d'un climatiseur dans la chambre à coucher réduit significativement d'un peu plus de 80 % le risque d'hospitalisation liée à la chaleur (résultats ajustés pour les autres variables).	Conditions contrôlées : âge, sexe. Variables étudiées : niveau d'éducation plus élevé, présence de climatiseur dans la chambre à coucher, présence d'un bouton d'urgence, pratiquer des activités sociales, maladies cardiovasculaires préexistantes, être atteint de démence.
<b>Zuraimi, Tham, Chew et Ooi, 2007</b>	Expérimentale	Singapour	Enfants de garderies climatisées et non climatisées (n = 4 629).	Les risques de quintes de toux (PR 1,25, IC 95 % = 1,00-1,56) et de maladies des voies respiratoires inférieures (PR 1,44, IC 95 % = 1,12 à 1,86) chez les enfants sont significativement plus élevés dans les garderies utilisant un système de climatisation sans conduit (de type bibloc) que dans celles ayant recours à la ventilation naturelle.	Conditions ajustées : âge, sexe, origine ethnique, revenu mensuel, caractéristiques du logement (humidité, types de sols et de murs, climatisation, pollution extérieure), allergies alimentaires, tabagisme, atopies héréditaires, naissance prématurée, allaitement, nombre de frères et sœurs, animaux de compagnie, symptômes d'infections respiratoires.
<b>Zuraimi et al., 2011</b>	Cohorte	Singapour	Enfants de 1 an à 6 ans nés avec une atopie (n = 3 071).	Association significative entre des symptômes d'asthme ou de rhinite et l'utilisation de la ventilation naturelle. Les auteurs rapportent aussi une association significative entre la fréquence des rhinites (PR = 1,58, IC 95 % = 1,04 à 2,39; p < 0,05) et des rhino-conjonctivites (PR = 2,34, IC 95 % = 1,18 à 4,67; p < 0,05) et la ventilation naturelle en présence d'une forte densité de trafic et de concentrations élevées de PM <sub>2,5</sub> .	Conditions ajustées : âge, sexe, origine ethnique, densité de trafic autorapportée, type de maison, atopie parentale, allaitement, naissance prématurée, allergies alimentaires, taille de la résidence.

Tableau A3-2 Synthèse des résultats sur les changements physiologiques et le confort thermique à partir des études retenues

Références	Devis d'étude	Pays	Population	Principaux résultats	Covariables
<b>Abbasi, Motamedzade, Aliabadi, Golmohammadi et Tapak, 2019</b>	Expérimentale	Iran (ville d'Hamadan)	Adultes en chambre d'exposition (n = 35).	<p>Température optimale favorisant l'exécution des fonctions cognitives : 22 °C.</p> <p>Des températures plus froides et plus chaudes augmentent significativement la fréquence cardiaque et respiratoire et le ratio LF/HF, en plus de réduire l'exactitude des tâches selon une charge de travail faible, moyenne ou élevée. En effet, les auteurs ont rapporté qu'une augmentation de la température intérieure de 1 °C (par rapport au seuil de performance de 22 °C) est associée à une réduction de la précision des tâches effectuées : à charge de travail faible (1,39 %), moyenne (1,45 %) et élevée (1,31 %). De même, une réduction de 1 °C par rapport à ce même seuil est associée à une réduction de la précision de ces tâches : à charge de travail faible (0,54 %), moyenne (1,97 %) et élevée (2,57 %).</p>	<p>Conditions contrôlées : température, débit d'air, humidité relative, CO<sub>2</sub>, bruit.</p> <p>Paramètres physiologiques mesurés : fréquence cardiaque et respiratoire, ratio LF/HF, température cutanée, réponse galvanique cutanée.</p>

Tableau A3-2 Synthèse des résultats sur les changements physiologiques et le confort thermique à partir des études retenues  
(suite)

Références	Devis d'étude	Pays	Population	Principaux résultats	Covariables
<b>Cedeño Laurent et al., 2018</b>	Cohorte prospective	États-Unis (ville de Boston)	Étudiants en résidences universitaires climatisées et non climatisées (n = 44).	<p>Température optimale favorisant l'exécution des fonctions cognitives : 22 °C.</p> <p>Une augmentation de la température intérieure nocturne était associée à :</p> <p>Une diminution significative du temps de sommeil (une augmentation de la température intérieure de 1 °C est associée à une diminution significative du temps de sommeil total de la nuit de 2,74 minutes (IC 95 % -2,77 à -2,71; p &lt; 0,001);</p> <p>Une diminution des fonctions cognitives (temps de réaction et mémoire de travail) se situant entre 4,1 % à 13,4 % chez les occupants de bâtiments non climatisés;</p> <p>Une augmentation significative de la fréquence cardiaque.</p>	Caractéristiques individuelles : âge, sexe, taille, poids, tabagisme, origine ethnique, utilisation d'appareils auditifs, médicaments diurétiques, qualité du sommeil, comportements (hydratation, caféine et temps entre le réveil et le test).
<b>Chen et Chang, 2012</b>	Descriptive	Singapour	Occupants de bâtiments de type bureaux (n = 210).	<p>Les occupants ressentent un inconfort en raison de températures trop froides (surclimatisation) se traduisant par un écart entre la température moyenne des bâtiments (T = 24,4 °C) et la température considérée comme neutre par les occupants (T<sub>n</sub> = 27,7 °C).</p> <p>Pour combler cet écart, le port de vêtements supplémentaires est une stratégie comportementale à laquelle 62 % des occupants ont eu recours.</p>	<p>Paramètres environnementaux : température ambiante, température radiante, HR, vitesse de l'air, taux de ventilation, concentration de CO<sub>2</sub>.</p> <p>Paramètres individuels : sensation thermique, confort thermique, niveau d'isolation vestimentaire.</p>

Tableau A3-2 Synthèse des résultats sur les changements physiologiques et le confort thermique à partir des études retenues  
(suite)

Références	Devis d'étude	Pays	Population	Principaux résultats	Covariables
<b>Chen, Hwang, Chang et Lu, 2011</b>	Expérimentale	Taiïwan	Jeunes adultes en chambre d'exposition (n = 16).	Une variation négative de température de 8 °C provoque des changements physiologiques significatifs de l'humidité cutanée, de la perte d'eau transépidermique et de la température cutanée en plus d'un inconfort thermique marqué, alors qu'une variation de 4 °C limite ces changements physiologiques à la température cutanée.	Conditions contrôlées : température intérieure, HR, vitesse de l'air, température radiante, isolation vestimentaire.  Paramètres physiologiques et de confort : flux sanguin capillaire cutané, humidité cutanée, perte d'eau transépidermique, température cutanée, sensation thermique (TSV).
<b>Lau, Zhang et Tao, 2019</b>	Expérimentale	Singapour	Occupants d'un campus universitaire (n = 1043) (n AC = 282; n VN = 295; n HB = 466).	La température de confort (neutre) est plus fraîche (de même que la plage de température confortable [neutre] et la variation de température minimale pour ressentir un inconfort thermique sont plus restreintes) chez les occupants des bâtiments climatisés que chez ceux des bâtiments ventilés naturellement (VN) ou hybrides (HB).  Température de confort : AC 26,7 °C vs VN 27,8 °C vs HB 29,5 °C  Plage de confort : AC (24,6 et 28,9 °C) vs VN (23 et 32,6 °C) vs HB (25,2 et 33,7 °C)  Variation de température minimale provoquant un inconfort thermique : AC 2,6 °C vs VN 5,7 °C vs HB 5,0 °C.	Caractéristiques démographiques : âge, sexe, niveau d'isolation vestimentaire, taux métabolique.  Paramètres environnementaux : température ambiante, HR, vitesse de l'air.  Paramètres individuels : sensation thermique, satisfaction thermique et préférence de température.

Tableau A3-2 Synthèse des résultats sur les changements physiologiques et le confort thermique à partir des études retenues  
(suite)

Références	Devis d'étude	Pays	Population	Principaux résultats	Covariables
<b>Lee et Shaman, 2017</b>	Expérimentale	États-Unis	Questionnaire téléphonique (n = 706).	<p>La climatisation est significativement associée à un plus grand confort thermique dans la chambre à coucher pendant la nuit par rapport aux autres méthodes étudiées.</p> <p>Toutefois, la climatisation en continu ne permet qu'une faible augmentation significative du confort thermique (<math>W = 20\ 448</math>, <math>r = 0,11</math> <math>p &lt; 0,05</math>) par rapport à une utilisation ciblée, indépendamment du type de climatiseur. De même, régler le climatiseur à une température plus froide n'entraîne pas de bénéfices supplémentaires quant au confort thermique.</p>	<p>Caractéristiques contrôlées : sexe, âge, origine ethnique, niveau de revenu, niveau d'éducation, statut d'emploi, statut d'occupation du logement, type de résidence, responsable ou non de la facture d'électricité.</p> <p>Paramètre de confort : sensation thermique nocturne.</p>
<b>Williams et al., 2019</b>	Cohorte	États-Unis (ville de Cambridge)	Personnes âgées de plus de 55 ans habitant des logements sociaux (n = 51).	<p>Température optimale favorisant le confort thermique et minimisant les changements physiologiques : 24 °C.</p> <p>Des températures plus froides et plus chaudes augmentent significativement la fréquence cardiaque et la réponse galvanique cutanée, mais aucun effet significatif sur le sommeil (durée ou mouvements) n'a été observé.</p> <p>Les habitudes d'hydratation demeurent inchangées.</p>	<p>Caractéristiques individuelles : maladies préexistantes, âge, sexe, taille, poids, tabagisme, origine ethnique, hydratation, qualité du sommeil.</p> <p>Paramètres physiologiques mesurés : fréquence cardiaque, réponse galvanique cutanée.</p> <p>Conditions ajustées pour le bâtiment (climatisé ou non) : maladies préexistantes.</p>

Tableau A3-2 Synthèse des résultats sur les changements physiologiques et le confort thermique à partir des études retenues (suite)

Références	Devis d'étude	Pays	Population	Principaux résultats	Covariables
<b>Wu, Li, Peng et Li, 2019</b>	Cohorte	Chine (Changsha)	Étudiants universitaires volontaires habitant depuis au moins 1 an dans une résidence climatisée ou non climatisée (n = 810).	Les étudiants habitant une résidence non climatisée tolèrent une température neutre de 0,7 °C plus élevée que ceux habitant une résidence climatisée (26,2 °C par rapport à 25,5 °C). La limite supérieure de l'intervalle de température acceptable à 90 % est de 28 °C pour le groupe non climatisé, soit 0,7 °C de plus que le groupe habitant la résidence climatisée (27,3 °C). Cela indique que les étudiants de la résidence non climatisée pourraient tolérer et accepter des températures plus élevées, voire s'y adapter.	Variables étudiées : âge, taille, poids, indice de masse corporelle (IMC), isolation des vêtements portés par les participants, taux métabolique des participants.
<b>Yang et Zhang, 2008</b>	Expérimentale	Chine (villes de Changsha, Wuhan, Shanghai, Jiu-jiang et Nanjing)	Occupants de bâtiments de type bureaux (n = 229) (n AC = 100; n VN = 129).	La température neutre est plus fraîche et la plage de température acceptable plus restreinte chez les occupants des bâtiments climatisés (AC) que chez ceux des bâtiments ventilés naturellement (VN). Température de confort : AC 27,7 °C vs VN 28,3 °C Plage de confort : AC (25,1-30,3 °C) vs VN (25,0-31,6 °C)	Caractéristiques démographiques : âge, sexe, niveau d'isolation vestimentaire, taux métabolique, ville. Paramètres environnementaux : température ambiante, température radiante, HR, vitesse de l'air. Paramètres individuels : niveau d'isolation vestimentaire, sensation thermique, humidité perçue, courant d'air perçu.

Tableau A3-2 Synthèse des résultats sur les changements physiologiques et le confort thermique à partir des études retenues (suite)

Références	Devis d'étude	Pays	Population	Principaux résultats	Covariables
<b>Yigit, Atmaca, Arslanoglu et Sivrioglu, 2015</b>	Expérimentale	Turquie (ville de Bursa)	Jeunes adultes en bonne santé (n = 25).	De plus faibles températures (20 °C et 22 °C) ainsi qu'une plus grande vitesse moyenne de l'air (0,4 m/s, 0,6 m/s) sont des conditions significativement plus susceptibles de réduire l'amplitude des mouvements de rotation cervicale.  L'HR n'a pas d'effet significatif sur la réduction des mouvements de rotation cervicale.	Conditions contrôlées : vêtements, âge, sexe, taille, poids, éviter l'activité physique intense, changements soudains de température (1 semaine avant et pendant les 6 semaines)  Paramètres étudiés : température, HR, vitesse moyenne de l'air, conditions de la peau (sèches et humide)
<b>Yu et al., 2012</b>	Expérimentale	Chine (ville de Pékin)	Jeunes adultes en chambre d'exposition (n = 20).	Une variation de température de 10 °C provoque des changements physiologiques :  - Une augmentation significative de la température cutanée et du ratio LF/HF;  - Une diminution significative du volume de transpiration et du niveau de protéine de choc thermique (HSP70);  Un inconfort thermique significativement plus marqué chez les participants exposés quotidiennement à la climatisation par rapport à ceux exposés quotidiennement à la ventilation naturelle.	Caractéristiques individuelles : âge, taille, poids.  Conditions contrôlées : température, HR, consommation d'alcool et de caféine, tabagisme, activité physique intense, niveau d'isolation vestimentaire.  Paramètres physiologiques et de confort : température cutanée, ratio LF/HF, volume de transpiration, niveau de protéine de choc thermique (HSP70) et sensation thermique.

Tableau A3-2 Synthèse des résultats sur les changements physiologiques et le confort thermique à partir des études retenues  
(suite)

Références	Devis d'étude	Pays	Population	Principaux résultats	Covariables
<b>Zhang, Zhang et Khan, 2019</b>	Cohorte	Chine (Guangzhou)	Jeunes adultes en bonne santé de 19 à 35 ans, la moitié étant des occupants de bâtiments avec climatiseur central et l'autre, avec climatiseur sans conduit (de type bibloc) (n = 60).	La température neutre (la température ayant le maximum d'acceptabilité thermique) est similaire pour les deux groupes, soit $26,8 \pm 1,4$ °C pour le groupe avec climatiseur central et $26,6 \pm 1,5$ °C pour le groupe avec climatiseur sans conduit (p = 0,420). L'intervalle de température acceptable à 90 % se situe entre 24,8 et 27,4 °C pour le groupe avec climatiseur central et entre 24,4 et 30,1 °C pour l'autre groupe. Les participants du groupe avec climatiseur central ont donc une limite supérieure de 2,7 °C plus basse et un intervalle de confort thermique plus étroit de 3,1 °C que l'autre groupe.	Variables étudiées : âge, sexe, taille, poids, IMC, surface cutanée.



Centre de référence  
et d'expertise



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