



RÉGIE RÉGIONALE
DE LA SANTÉ ET DES
SERVICES SOCIAUX
DE MONTRÉAL-CENTRE

Santé au travail et environnementale

Chaleur accablante

Mise à jour de la littérature concernant les impacts de santé
publique et proposition de mesures d'adaptation

Nathalie Auger

Tom Kosatsky

Juin 2002

QT
150
A919
2002



INSPQ - Montréal

3 5567 00000 0866

**DIRECTION
DE LA SANTÉ
PUBLIQUE**

*Garder notre
monde en santé*

Q+

150

A919

2007

Chaleur accablante

Mise à jour de la littérature concernant les impacts de santé publique et proposition de mesures d'adaptation

Nathalie Auger, M.D.

Tom Kosatsky, M.D., M.P.H.

Juin 2002

Institut national de santé publique du Québec
4835, avenue Christophe-Colomb, bureau 200
Montréal (Québec) H2J 3G8
Tél.: (514) 597-0606

Une réalisation de l'unité Santé au travail et environnementale
Hôpital Maisonneuve-Rosemont, mandataire

© Direction de la santé publique
Régie régionale de la santé et des services sociaux de Montréal-Centre (2002)
Tous droits réservés

Dépôt légal : 2^e trimestre 2002
Bibliothèque nationale du Québec
Bibliothèque nationale du Canada

ISBN : 2-89494-351-2

Collaboration à la rédaction : Norman King, agent de planification et de programmation socio-sanitaire

France Labrèche, agente de recherche

Jo Anne Simard, conseillère en communications

Louis Drouin, responsable de l'unité Santé au travail et santé environnementale, DSP de Montréal-Centre

Geoffroi Vallée, stagiaire

Secrétariat :
Johanne Boileau
Maryse Arpin

AVANT-PROPOS

De par son mandat, la Direction de santé publique de Montréal-Centre assume le leadership dans l'action sur les principaux déterminants de la santé en vue d'améliorer l'état de santé de la population de Montréal.

En raison du grand nombre de vagues de chaleur l'été dernier, nous avons préparé un document portant sur le développement de mesures d'adaptation qui visent à réduire l'impact de ces périodes de chaleur sur la santé publique.

On reconnaît de plus en plus que les vagues de chaleur sont une source de morbidité et de mortalité chez les résidents des villes en zone de climat tempéré. La chaleur a non seulement des effets directs sur la santé, comme l'épuisement mais, plus important encore, elle a des effets indirects, comme la mortalité par maladie cardiovasculaire chez des personnes déjà atteintes de maladies chroniques. D'autres groupes de la population courent aussi plus de risques de souffrir de problèmes de santé liés à la chaleur, soit les personnes âgées, les jeunes enfants et les personnes vivant seules sans réseau de soutien. De plus, avec la fréquence accrue des vagues de chaleur due au réchauffement planétaire, ce problème de santé publique va aller en augmentant.

Les mesures d'adaptation présentées ici comportent deux volets :

- Les mesures préventives à diffuser auprès de la population quant aux effets néfastes de la chaleur sur la santé.
- Un avertissement sanitaire préventif pour protéger les groupes à risque en cas de prévision de chaleur accablante.

Il s'agit ici d'un premier pas vers la diminution des impacts de la chaleur sur la santé publique. En effet, nos intentions sont de collaborer avec d'autres organismes afin d'implanter et d'évaluer le système de veille/avertissement. Ensuite, quand seront connus les résultats de recherches ultérieures, qui caractériseront mieux l'impact santé de la chaleur, ce système pourra évoluer afin de mieux répondre aux besoins de santé spécifiques à la population montréalaise.

Nous tenons à remercier les auteurs du présent document ainsi que tous ceux et celles qui ont participé à la réalisation de ce travail.



Richard Lessard, M.D.
Directeur de santé publique
Régie régionale de la Santé et de Services
Sociaux de Montréal-Centre



Louis Drouin, M.D., M.P.H.
Responsable de l'unité
Santé au travail et environnementale

SOMMAIRE

La plupart des scientifiques s'entendent sur l'existence d'un phénomène de réchauffement planétaire qui augmentera la fréquence et l'intensité des vagues de chaleur dans les régions de climat tempéré. Les périodes de forte chaleur sont associées à des problèmes de morbidité et de mortalité, et ces problèmes iront en augmentant, à moins d'instaurer des moyens de prévention visant à diminuer les effets de la chaleur sur la santé.

Le stress thermique cause des effets directs et indirects sur la santé. Parmi les effets directs les plus marqués, on connaît l'épuisement et le coup de chaleur. Les effets indirects, qui touchent beaucoup plus de personnes, résultent habituellement de l'exacerbation d'un état chronique, comme les affections cardiovasculaires, cérébrovasculaires, respiratoires, neurologiques et rénales.

Plusieurs études épidémiologiques ont été réalisées afin de quantifier les effets sanitaires des épisodes de chaleur accablante au sein de plusieurs villes européennes et Nord-américaines. Ces recherches scientifiques nous indiquent que les facteurs de risque augmentant la vulnérabilité aux effets de la chaleur, sont notamment : la vie urbaine, surtout pour les personnes habitant les quartiers centres des villes, l'état des logements, l'âge (les jeunes enfants et les personnes âgées), les maladies chroniques, le faible niveau socio-économique et l'isolement social.

Plusieurs moyens de prévention, tant à long terme qu'à court terme, sont proposés pour diminuer l'impact sanitaire des vagues de chaleur. À cet égard, le présent document propose un système de veille/avertissement de chaleur accablante pour la région de Montréal-Centre qui vise à réduire la morbidité et la mortalité précoce chez les personnes atteintes de maladie chronique et à prévenir les coups de chaleur et l'épuisement. Le système fait appel à la participation de plusieurs partenaires, notamment Environnement Canada, le Centre de sécurité civile de la Ville de Montréal et le réseau des CLSC, y compris les services d'Info-Santé.

Durant la première phase, le système comportera deux volets, soit la diffusion d'informations préventives dès le début de l'été et un système d'avertissement d'humidité et de chaleur accablante basé sur la température et l'indice Humidex utilisé par Environnement Canada (30° C ou plus pour la température de l'air, et 40° C ou plus pour l'indice Humidex).

Quant aux mesures d'adaptation elles seront évaluées tant sur le plan du processus que de l'impact en vue de les améliorer dans les années à venir. Dans cette perspective, la Direction de santé publique de Montréal-Centre mènera une analyse épidémiologique visant à mieux comprendre la relation entre la chaleur et la morbidité et la mortalité à Montréal ; ces données seront utiles pour que le système réponde encore mieux aux besoins de la population.

TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS.....	II
SOMMAIRE.....	III
TABLE DES MATIÈRES.....	IV
1. INTRODUCTION.....	1
2. LE FARDEAU MÉDICAL DE LA CHALEUR.....	2
2.1 TYPES DE MALADIES EN LIEN AVEC LA CHALEUR	2
2.2 DONNÉES SUR LA MORTALITÉ	2
2.3 DONNÉES SUR LA MORBIDITÉ	4
2.4 DONNÉES DE MONTRÉAL	5
2.5 LATENCE ENTRE LE DÉBUT DE LA PÉRIODE DE CHALEUR ET LA MORTALITÉ	5
3. FACTEURS DE RISQUE ET MESURES DE PRÉVENTION DES MALADIES CAUSÉES PAR LA CHALEUR.....	6
3.1 VIE URBAINE	6
3.2 ÂGE.....	6
3.3 CONDITIONS SOCIOÉCONOMIQUES.....	7
3.4 FACTEURS DE RISQUE COMPORTEMENTAUX ET MESURES PRÉVENTIVES.....	8
3.5 FACTEURS DE RISQUE PROPRES À MONTRÉAL	8
4. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES ASSOCIÉES AUX AFFECTIONS LIÉES À LA CHALEUR.....	9
4.1 CARACTÉRISTIQUES MÉTÉOROLOGIQUES	9
4.2 PERTURBATION CLIMATIQUE ET RÉCHAUFFEMENT DE LA PLANÈTE	10
4.3 POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE	11
5. INDICATEURS DE STRESS CAUSÉ PAR LA CHALEUR.....	11
5.1 MESURES DE BASE DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES.....	11
5.2 INDICATEURS DE STRESS CAUSÉ PAR LA CHALEUR DÉRIVÉS DE MESURES COMPOSITES DES CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES	11
5.3 INDICATEURS DE STRESS THERMIQUE FONDÉS SUR LES MASSES D'AIR	13
6. OBJECTIFS D'UN SYSTÈME DE VEILLE /AVERTISSEMENT DE CHALEUR ACCABLANTE.....	14
7. MÉTHODE SUIVIE POUR ÉLABORER LE SYSTÈME DE VEILLE / AVERTISSEMENT.....	16
8. SYSTÈMES EN VIGUEUR AILLEURS ET LEUR ÉVALUATION.....	17
8.1 SYSTÈMES EN VIGUEUR AILLEURS	17
8.2 ÉTUDE ÉVALUATIVE DES SYSTÈMES D'AVERTISSEMENT FONDÉS SUR L'INDICE HUMIDEX	19
8.3 ÉTUDE ÉVALUATIVE DES SYSTÈMES D'AVERTISSEMENT FONDÉS SUR LES MASSES D'AIR SYNOPTIQUES	20

9.	DISCUSSION	22
9.1	QUESTIONS D'ORDRE MÉTHODOLOGIQUE.....	22
9.2	OPTIONS DE SURVEILLANCE DE LA CHALEUR	24
10.	RECOMMANDATIONS POUR UN PROGRAMME MONTRÉALAIS DE VEILLE/AVERTISSEMENT DE CHALEUR ACCABLANTE	25
10.1	CHOIX DE L'INDICE ET DES SEUILS.....	25
10.2	CAMPAGNE DE PRÉVENTION ET D'INFORMATION.....	25
10.3	MESURES D'ATTÉNUATION DES EFFETS DE LA CHALEUR ET RÔLE DES INTERVENANTS.....	27
10.4	ÉVALUATION DU SYSTÈME DE VEILLE / AVERTISSEMENT MÉTÉOROLOGIQUE.....	30
	RÉFÉRENCES.....	32

1. INTRODUCTION

Les températures estivales élevées sont associées à une augmentation de la morbidité et de la mortalité dans les régions tempérées^{1,2,3,4,5,6,7,8,9}. D'après les scénarios récents de changements climatiques, le réchauffement de la planète entraînera un accroissement de la fréquence et de l'intensité des vagues de chaleur¹⁰. Par conséquent, le fardeau de morbidité imposé par les maladies associées à la chaleur risque de s'accroître à court terme.

2. LE FARDEAU MÉDICAL DE LA CHALEUR

2.1 Types de maladies en lien avec la chaleur

Le stress thermique (ou stress causé par la chaleur) se produit lorsque les mécanismes physiologiques qui régulent la température corporelle sont altérés. Les réponses physiologiques au stress thermique comprennent la transpiration et la vasodilatation périphérique. L'exposition continue à une chaleur excessive mène généralement à l'acclimatation, caractérisée par l'accroissement de la tolérance thermique du corps. Bien que ce processus puisse prendre des semaines, la majeure partie de l'acclimatation survient surtout dans les quelques jours suivant l'exposition à la chaleur¹¹.

La chaleur peut avoir de nombreux effets directs et indirects sur la santé :

- Les maladies directement imputables à la chaleur sont d'intensité variable, allant du banal coup de soleil ou de la fatigue jusqu'à l'épuisement ou au coup de chaleur, en passant par les crampes douloureuses et la syncope (évanouissement)¹¹. Dans le coup de chaleur, l'état mental est altéré et la température corporelle peut dépasser 40°C. Il s'agit d'une urgence médicale pouvant se manifester en moins de 24 heures de l'exposition à la chaleur accablante, et dont l'issue est souvent fatale malgré la rapidité d'intervention. Les victimes présentent en général peu de symptômes avant le coup de chaleur¹¹. Forme plus légère du coup de chaleur, l'épuisement frappe lorsque le remplacement de l'eau et du sel est insuffisant, après quelques jours de stress thermique. La température corporelle ne présentera pas nécessairement d'élévation. La syncope et les crampes sévissent chez ceux qui font de l'exercice en pleine chaleur¹¹.
- Les maladies indirectement attribuables à la chaleur résultent habituellement de l'exacerbation d'un état chronique, notamment les affections cardiovasculaires, cérébrovasculaires, respiratoires, neurologiques et rénales¹². Or, des études prouvent que les statistiques ne présentant que les problèmes de santé liés directement à la chaleur sous-estiment les effets de celle-ci¹³. De fait, certaines études ont révélé que plus de 12 % des décès enregistrés en surplus des valeurs estivales de base sont causés indirectement par la chaleur¹². Les auteurs d'autres études concluent que presque tous les décès supplémentaires proviennent de causes indirectes, les causes directes ne représentant qu'une proportion marginale¹².

2.2 Données sur la mortalité

Des chercheurs ont comparé le total des décès quotidiens durant les vagues de chaleur au total des périodes exemptes de canicules. On a constaté que la mortalité quotidienne causée par les maladies coronariennes, le diabète, les accidents cérébrovasculaires, les maladies respiratoires, les accidents, la violence, le suicide et les homicides augmentent durant les vagues de chaleur²³. Comme les certificats de décès n'indiquent généralement pas la chaleur comme cause associée au décès¹⁴, il pourrait aussi être difficile de

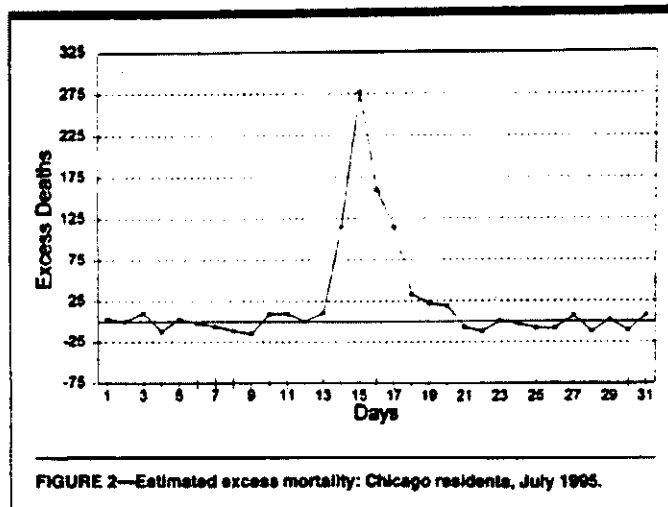
déterminer si le décès y est attribuable. Ainsi, les études fondées sur ces certificats ont tendance à sous-estimer la mortalité totale liée à la chaleur.

Plusieurs études ont décrit l'association entre le stress causé par la chaleur et la mortalité. Parmi celles qui se distinguent le plus, mentionnons :

- Aux États-Unis, les Centers for Disease Control (CDC) évaluent de façon continue la mortalité causée par la chaleur. Selon un relevé des certificats de décès dont la principale cause de mortalité est la chaleur (codes E900 de la Classification internationale des maladies ou CIM-9), les CDC estiment à au moins 240 le nombre de décès annuels occasionnés directement par la chaleur aux États-Unis durant les étés frais seulement. Les vagues de chaleur de 1980, 1983 et 1988 ont fait au total plus de 2 700 victimes aux États-Unis¹⁵. À noter que ces études sous-estiment la mortalité totale imputable à la chaleur, étant donné qu'elles tiennent compte seulement des maladies qui y sont directement liées.
- Durant une canicule de 10 jours à Chicago en 1995, le nombre de décès causés directement par la chaleur s'est élevé à 1 177, une hausse de 85 % par rapport à la même période en 1994⁴. Ces décès ont été signalés par le Medical Examiner's Office. Pour être attribué directement à la chaleur, un décès devait satisfaire à l'un des trois critères suivants : 1) température corporelle supérieure à 40,5 °C, 2) preuves environnementales que la chaleur a contribué au décès (par exemple, température ambiante élevée, ou 3) aucune cause discernable de décès chez une personne aperçue vivante pour la dernière fois durant la vague de chaleur. Si les chercheurs avaient tenu compte de tous les décès supplémentaires (c'est-à-dire, les décès non signalés en surplus des valeurs de base), ces chiffres seraient beaucoup plus élevés¹³.

Dans une étude distincte sur la mortalité, dont les données proviennent de deux sources (décès reliés à la chaleur signalés par un médecin légiste et décès supplémentaires par rapport aux valeurs de base), les chercheurs ont conclu que la vague de chaleur de Chicago en 1995 était associée à une mortalité importante. Durant la semaine où la chaleur était la plus intense, on a recensé 485 décès causés directement par la chaleur et 739 décès de plus par rapport aux valeurs de base¹⁶. La mortalité supplémentaire durant cette période ressort clairement dans la figure 1¹⁶.

Figure 1. Surmortalité estimée chez les résidents de Chicago en juillet 1995



Note : Les décès supplémentaires apparaissent sur l'ordonnée (axe vertical) et les jours du mois de juillet apparaissent sur l'abscisse (axe horizontal) du graphique à la figure 1.

Source : Whitman et collègues, 1997. Mortality in Chicago attributed to the July 1995 heat wave. *American Journal of Public Health* 87 (9); 1515-1518

2.3 Données sur la morbidité

L'impact de la chaleur sur la morbidité est moins clair que dans le cas de la mortalité¹⁴. Durant une vague de chaleur en 1980, Kansas City a connu une augmentation de 5 % des hospitalisations¹. Dans une étude sur les diagnostics principaux et secondaires de congé d'hôpital qui ont été posés durant la vague de chaleur de 1995 à Chicago, on a évalué le diagnostic principal à l'hospitalisation et la comorbidité⁶. Les chercheurs ont constaté une augmentation de 11 % des hospitalisations durant la vague de chaleur comparativement à des périodes normales. La majorité des admissions (58 %) étaient attribuables à la déshydratation, au coup de chaleur et à l'épuisement causé par celle-ci. On n'a noté aucune augmentation des autres diagnostics principaux de congé d'hôpital, à l'exception des cas d'insuffisance rénale aiguë. Cependant, l'analyse des états comorbides a mis en lumière un accroissement des admissions chez les personnes atteintes d'affections chroniques: maladies cardiovasculaires (23 %), diabète (30 %), pathologies rénales (52 %), troubles du système nerveux central (20 %), emphysème et épilepsie. Donc, les patients présentant une grande variété de pathologies sous-jacentes étaient sujets aux problèmes causés par la chaleur. Cette étude suggère que l'éventail des groupes à risque de développer une maladie liée à la chaleur n'est pas encore identifié de façon complète. Par exemple, les patients dialysés et porteurs de stomie pourraient être plus à risque^{17,18}. Dans les salles d'urgence, on signale aussi une hausse des visites durant les vagues de chaleur, notamment à la suite d'évanouissements, de nausées, d'étourdissements et de crampes¹⁴.

2.4 Données de Montréal

Dans un examen des dossiers de lésions causées directement par l'environnement (la chaleur et le froid) et provenant de diverses sources pour l'île de Montréal entre 1993 et 1998 (rapports du coroner, certificats de décès, feuilles sommaires au congé d'hôpital et examens des dossiers hospitaliers), on a estimé que les taux d'hospitalisation et de mortalité imputables aux lésions causées par la température s'établissent à 3,1 et 0,3/100 000 personnes-années, respectivement¹⁹. Il faut noter que seulement 16 % de toutes les blessures provoquées par la température étaient causées par la chaleur extrême, les autres étant imputables au froid.

2.5 Latence entre le début de la période de chaleur et la mortalité

La latence entre le début de la période de chaleur et la manifestation des problèmes de santé reliés à la chaleur constitue un facteur important à prendre en considération dans l'élaboration d'un programme de prévention. Comme le stress thermique peut aggraver diverses affections, la latence devrait varier selon les problèmes de santé qui nous intéressent. De fait, les études sur la latence entre la chaleur excessive, la mortalité liée directement à la chaleur et la mortalité totale affichent des résultats contradictoires. Certaines révèlent que la mortalité liée directement à la chaleur et la mortalité totale culminent avec un délai de 1 ou 2 jours après le début des températures^{5,7,8}, d'autres montrant que la mortalité totale atteint son apogée le premier jour de la vague de chaleur^{20,21}.

Dans une comparaison rétrospective de la surmortalité et des températures élevées, les auteurs d'une étude n'ont trouvé aucun délai à Montréal et un délai d'une journée entre la chaleur élevée et l'augmentation de la mortalité à Toronto²². Lors d'une récente analyse chronologique de l'effet de la température sur la mortalité totale dans 12 villes américaines, les chercheurs ont découvert que l'effet des températures élevées se limitait à la journée même où s'installait la chaleur ou au lendemain. On a observé ensuite une période où les décès étaient moins nombreux que la moyenne, nombre qui est revenu aux valeurs de base après quelques jours²⁰. Les auteurs suggèrent que la diminution du taux de mortalité sous les valeurs de départ pourrait être attribuable à un déplacement de la mortalité à court terme, les décès causés par la chaleur étant survenus chez des sujets qui seraient décédés peu de temps après de toute façon. Selon certaines estimations, une proportion de 20 à 40 % des décès attribuables aux vagues de chaleur correspondrait à un déplacement de la mortalité²³. Dans un programme de prévention il faut tenir compte de cette possibilité, car le bénéfice de sauver ces patients pourrait être mis en doute par rapport au gain sur les années potentielles de vie perdues.

3. FACTEURS DE RISQUE ET MESURES DE PRÉVENTION DES MALADIES CAUSÉES PAR LA CHALEUR

Des études ont décrit quatre catégories générales de facteurs de risque de morbidité et de mortalité reliées à la chaleur : la vie urbaine, l'âge, les facteurs socioéconomiques et les comportements.

3.1 Vie urbaine

On utilise l'expression « îlot thermique urbain » pour décrire l'élévation des températures dans les régions urbaines. La chaleur et la mortalité reliée à celle-ci sont plus élevées dans le noyau urbain qu'en banlieue ou en région rurale²⁴. Selon une théorie, les zones urbaines retiennent plus efficacement la chaleur pendant la nuit. Étant peu soulagés de la chaleur durant la nuit, les citoyens vivraient un stress thermique accru se traduisant par une augmentation des affections reliées à la chaleur²⁵. Les matériaux de l'architecture urbaine (brique, béton, pierre et asphalte) absorbent l'énergie solaire le jour et la libèrent la nuit. Cet effet, conjugué au manque d'arbres offrant de l'ombre et à la faible vélocité des vents, qui sont réduits par les édifices en hauteur, favorise l'élévation des températures ambiantes²⁶. Une autre théorie postule que la forte densité de la population urbaine cause ce phénomène²⁷. Cependant, on n'a proposé aucun mécanisme pour étayer cette théorie.

3.2 Âge

Des études descriptives révèlent que les personnes âgées et les jeunes enfants sont exposés à un risque plus élevé de morbidité et de mortalité d'origine thermique¹⁴. Le risque augmente rapidement avec l'âge. Les personnes de plus de 85 ans sont les plus vulnérables, comme le montre la figure 2¹¹.

Figure 2. Taux de décès causé par la chaleur (Classification internationale des maladies, 8^e et 9^e révisions, code E900) selon l'âge, États-Unis, 1963-1993.

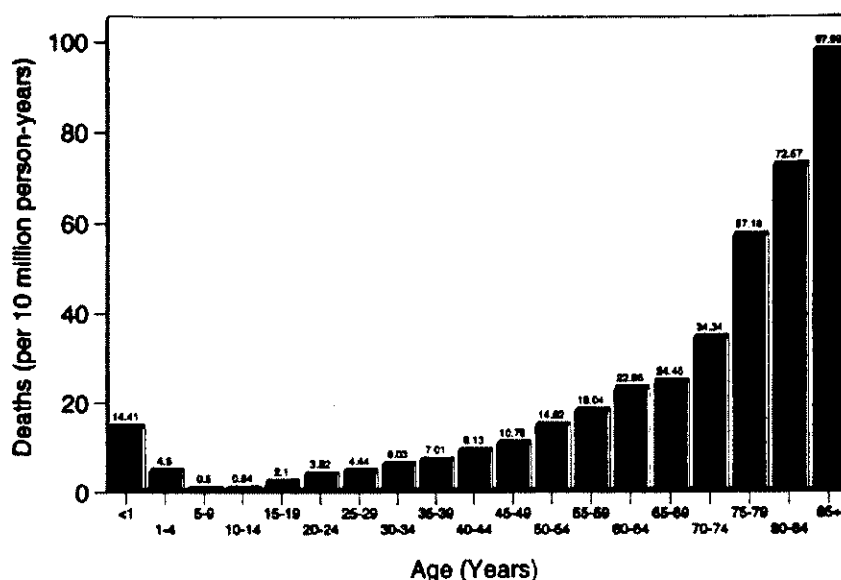


Figure 27-2. Rates of death caused by heat (International Classification of Diseases, 8th and 9th revs. Code E900) by age, United States, 1963-1993.

Note : Les décès par tranche de 10 millions de personnes-années apparaissent à l'ordonnée (axe vertical) et l'âge apparaît à l'abscisse (axe horizontal) de la figure 2.

Source : Maxcy, Roseneau and Last, 1998. Public Health and Preventive Medicine, 14th edition. Wallace R. ed., Stanford USA, Appelton and Lange: 607-612

Ces constatations s'expliquent par le fait que les sujets très jeunes et très âgés présentent une thermorégulation limitée. Leur mobilité est également réduite, ce qui entrave l'accès aux liquides²⁸. Certains médicaments dont la consommation augmente avec l'âge (les principaux sédatifs et anticholinergiques) accentuent le risque de coup de chaleur¹¹.

3.3 Conditions socioéconomiques

La mortalité liée à la chaleur accuse une disproportion chez les personnes qui souffrent de maladies chroniques, dans les régions défavorisées sur le plan socioéconomique et chez les victimes d'isolement social¹¹. Les démunis ont moins de chances d'avoir accès aux médias (par ex., la télévision et les journaux) et sont donc moins sensibilisés aux dangers de la chaleur¹⁴. Leur accès à la climatisation est aussi réduit⁵. Même si cette population peut se procurer facilement des ventilateurs en raison de leur prix abordable, il n'est pas prouvé que ces appareils diminuent les risques associés à la chaleur^{5,11}. Les personnes alitées ou incapables de prendre soin d'elles-mêmes courent plus de risques que celles qui vivent avec d'autres en mesure de les aider à s'hydrater durant les canicules⁵. Étant

donné la criminalité élevée dans les centres urbains, les personnes, notamment les plus âgées, peuvent hésiter à ouvrir les fenêtres durant une vague de chaleur⁸. Dans une étude sur les facteurs de risque de décès lié à la chaleur, on a découvert que les occupants des étages supérieurs dans les édifices à logements étaient plus à risque⁵, sans que l'on sache réellement pourquoi.

3.4 Facteurs de risque comportementaux et mesures préventives

Il est prouvé que les affections reliées à la chaleur pourraient être évitées par la climatisation¹⁵ et la consommation accrue de liquides²⁹ chez les populations particulièrement vulnérables. De plus, la consommation excessive d'alcool peut causer une déshydratation et favoriser ces maladies, au même titre que l'exercice vigoureux¹⁵. Cependant, la pratique régulière d'exercice peut contribuer à réduire la vulnérabilité à la chaleur⁶.

Faute de pouvoir influencer sur les conditions météorologiques, notre capacité d'adaptation au stress thermique relève davantage de notre préparation aux urgences que de nos mécanismes de thermorégulation¹⁴. De fait, de plus en plus de villes où sévit la canicule l'été ont entrepris d'instaurer des veilles / avertissements météorologiques¹³. Par ces mécanismes, on informe la population des dangers imminents occasionnés par ces conditions météorologiques, en plus de donner des conseils sur la façon d'éviter les affections causées par la chaleur. Les organismes de santé publique les emploient aussi pour définir leurs interventions en vue d'atténuer les effets de la chaleur³⁰.

3.5 Facteurs de risque propres à Montréal

À Montréal, les facteurs de risque associés à une augmentation de l'hospitalisation et de la mortalité associés aux lésions causées par l'environnement (temps chaud ou froid) entre 1992 et 1998 comprennent l'âge (> 65 ans), l'état psychiatrique, la consommation de drogues, les facteurs socioéconomiques, les maladies cardiaques et l'effort cardiaque¹⁹. Malheureusement, les auteurs ne distinguent pas les risques de maladies liées à la chaleur des lésions causées par le froid, se contentant de noter que les affections provoquées par la chaleur sont plus fréquentes chez les femmes.

Une analyse de l'Enquête sur le revenu des ménages et l'équipement ménager réalisée par Statistique Canada entre 1980 et 1995 révèle que Montréal est la ville où le pourcentage d'utilisation de la climatisation est le plus faible, la densité d'habitations est la plus élevée (duplex et édifices à logements) et les unités d'habitation sont les plus âgées comparativement à trois autres villes canadiennes (Toronto, Ottawa et Winnipeg) qui enregistrent des étés chauds³¹. Malheureusement, tous ces facteurs ont leur importance dans l'apparition des affections liées à la chaleur. Les données sont particulièrement frappantes au chapitre de la prévalence de la climatisation. À Montréal, à peine plus de 20 % des logements sont climatisés comparativement à près de 60 % à Toronto. L'âge des logements de Montréal complique aussi l'installation de climatiseurs.

4. CONDITIONS MÉTÉOROLOGIQUES ASSOCIÉES AUX AFFECTIONS LIÉES À LA CHALEUR

L'ampleur des effets sur la santé durant les vagues de chaleur est difficile à déterminer car il faut tenir compte d'une multitude de facteurs¹⁴.

4.1 Caractéristiques météorologiques

Les villes les plus vulnérables sur le plan de la morbidité et de la mortalité sont celles où les vagues de chaleur surviennent de façon soudaine, au début de l'été, particulièrement si les températures extrêmes y sont inhabituelles³⁰. La tolérance de la population à la chaleur excessive semble varier selon la région en fonction des moyennes locales de température et de la fréquence des températures extrêmes³⁰. Dans les régions tempérées, les températures très élevées durant les périodes de temps généralement plus doux sont associées à un accroissement de la mortalité. Le phénomène est moins constant dans les zones tropicales, où les températures sont élevées durant de longues périodes et varient également moins¹⁴. Les modèles américains sur la mortalité liée à la chaleur considèrent que les villes du nord-est des États-Unis, soumises à des élévations rares et irrégulières de température, sont exposées au risque le plus élevé³². Les conditions les plus éprouvantes sont associées à des journées successives de température élevée au début de l'été lorsque la chaleur persiste la nuit et que l'acclimatation reste à faire³³.

Les données sont contradictoires quant à l'existence d'un seuil de température au-delà duquel les affections liées à la chaleur augmenteraient. Certains chercheurs n'ont pu confirmer de seuil au-dessus duquel la morbidité et la mortalité montent en flèche¹⁴. Par contre, une étude sur 10 villes canadiennes a comparé les données historiques sur la mortalité à la température, et les auteurs ont relevé deux villes où la mortalité variait de façon significative au-dessus d'une certaine température. Cette température se situait à 29 °C pour Montréal et à 33 °C pour Toronto²². Il faut noter que 13 % des journées d'un été typique de Montréal excèdent ce seuil de 29 °C²².

Dans une étude rétrospective sur la relation entre la mortalité quotidienne et les indicateurs de stress causé par la chaleur pour le corridor Toronto-Windsor (Toronto, Hamilton, Kitchener/Waterloo/Cambridge, London et Windsor), on a constaté qu'un indice de chaleur (voir section 5.2) de 32 °C était associé à une augmentation de la mortalité²¹. C'était particulièrement le cas des villes plus urbanisées (d'après la densité de population et d'habitats), ce qui soutient l'hypothèse de l'îlot thermique urbain. Par ailleurs, seules les villes qui ont connu une variabilité de températures plus importante (la fourchette de températures moyennes la plus large durant la période de l'étude) ont démontré une relation entre la chaleur et la mortalité. À l'opposé, Windsor est la seule ville où la mortalité chez les personnes âgées n'a pas augmenté par rapport aux valeurs de base durant les vagues de chaleur, même si cette ville a subi également les canicules les plus fréquentes et les plus accablantes. Par contre, Windsor a enregistré des températures moins variables que le reste du corridor Toronto-Windsor. Les chercheurs avancent que les résidents de Windsor auraient peut-être bénéficié d'une meilleure acclimatation à la chaleur que ceux des autres villes de la région.

Une étude européenne des données historiques de la mortalité liée à la chaleur révèle que les températures au-dessus desquelles la mortalité augmente étaient plus faibles dans des villes d'Europe situées plus au nord. La mortalité était au plus bas à des températures allant de 14,3 à 17,3 °C dans le nord de la Finlande et de 22,7 à 25,7 °C à Athènes³⁴. La mortalité augmentait avec chaque augmentation de degré Celsius au-dessus de ces températures minimales. Ces résultats confirment ceux de l'étude mentionnée précédemment au cours de laquelle on a établi que Montréal présentait un seuil de température plus bas (29 °C) qu'à Toronto (33 °C)²². Cependant, on explique difficilement pourquoi la mortalité dans le nord de la Finlande s'est accrue à des températures aussi basses (17,3 °C). Les chercheurs suggèrent que les populations de l'Europe du Nord s'acclimatent très mal à la chaleur.

4.2 Perturbation climatique et réchauffement de la planète

Selon les prévisions sur le changement du climat mondial, la variabilité des températures s'accroîtra au cours du XXI^e siècle²⁰. Cette situation a de quoi inquiéter puisque des études démontrent que les villes qui présentent des températures élevées constantes affichent une morbidité et une mortalité liées à la chaleur moins élevées que celles où les variations de température sont plus importantes²⁰ (voir aussi section précédente). Par ailleurs, dans une analyse chronologique, les chercheurs ont conclu que s'il y avait bien un phénomène d'acclimatation aux températures moyennes plus élevées, il ne s'appliquait guère en présence d'une variabilité accrue des températures²⁰.

On a appliqué une évaluation rétrospective de l'association entre la mortalité et les conditions météorologiques à un modèle prospectif afin d'estimer la mortalité liée à la chaleur pour le XXI^e siècle. À l'aide d'une analyse de régression intégrant plusieurs variables météorologiques (températures maximale et minimale, points de rosée maximal et minimal, couverture nuageuse, vitesse des vents, période de la saison, séquence de la journée) couplées à des données historiques sur la mortalité entre 1958 et 1998, les auteurs ont formulé des scénarios de changements climatiques afin de prévoir la mortalité imputable au réchauffement planétaire dans quatre pays (le Canada, la Chine, l'Égypte et les États-Unis)³⁰. Ces scénarios se fondaient sur la création de masses d'air synoptiques, traitées plus loin dans ce document. Deux scénarios, baptisés GFDL89 et UKTR, se sont avérés plus probants et ont servi à estimer la mortalité future attribuable au temps chaud. Selon le scénario GFDL89, sans phénomène d'acclimatation, la mortalité quotidienne moyenne à Montréal s'établirait en hausse à 121 cas d'ici 2020 et à 245 cas d'ici 2050 comparativement aux 69 décès par jour dénombrés actuellement, entre mai et octobre. S'il l'on suppose une acclimatation, la mortalité moyenne correspondrait à 61 cas par jour d'ici 2020 et à 124 cas d'ici 2050. Le scénario UKTR prévoit une mortalité encore plus élevée, estimant à 460 le nombre moyen de décès quotidiens d'ici 2020 et à 725 d'ici 2050 en l'absence d'acclimatation. À supposer une acclimatation, la mortalité moyenne demeure élevée : 233 décès par jour d'ici 2020 et 368 d'ici 2050. Il faut noter que ces deux scénarios ne tiennent pas compte de l'augmentation et du vieillissement de la population. Ainsi, dans le pire des cas, il est possible que d'ici le milieu du XXI^e siècle les décès attribuables à la chaleur représentent 5 à 10 fois les taux actuels.

Des études épidémiologiques indiquent aussi que les villes aux hivers froids enregistrent un taux de mortalité totale plus élevée durant les mois d'hiver¹⁴. Par conséquent, une augmentation de la température mondiale moyenne pourrait diminuer les décès liés aux froids de l'hiver. Cependant, on ne saurait dire avec exactitude si la hausse des décès liés à la chaleur ferait contrepoids à ceux attribués au froid¹⁴. Selon les scénarios GFDL89 et UKTR, le léger recul de la mortalité l'hiver ne pourra compenser la forte augmentation prévue de la mortalité l'été³⁰.

4.3 Pollution atmosphérique

Les températures élevées sont généralement associées à une hausse des concentrations de polluants atmosphériques (notamment l'ozone)²⁶. Nombre d'études ont confirmé que les polluants de l'air nuisent à la santé, quelle que soit la température enregistrée³⁰. Cependant, les impacts synergiques des conditions météorologiques et de la pollution sur la morbidité et la mortalité restent à définir. Certains indices tendent à prouver l'existence d'une interaction positive entre les concentrations élevées de polluants atmosphériques (les sulfates, l'ozone, les particules et les pollens) et les températures chaudes (> 30 °C) sur la surmortalité³⁵. Récemment, un climatologue en poste au Service météorologique du Canada en Ontario a soumis un projet sur les impacts synergiques des conditions météorologiques et de la pollution atmosphérique sur la mortalité humaine à Montréal et dans trois villes de l'Ontario³⁶. Si le projet bénéficie d'un financement, les résultats de cette étude seront dévoilés dans deux ans.

5. INDICATEURS DE STRESS CAUSÉ PAR LA CHALEUR

La littérature propose de nombreuses façons de décrire le stress causé par la chaleur. Les indicateurs se classent généralement dans l'une des trois catégories suivantes :

5.1 Mesures de base des conditions météorologiques

À titre d'exemples, il y a la température ambiante moyenne, la température maximale quotidienne, la température nocturne et l'humidité relative.

5.2 Indicateurs de stress causé par la chaleur dérivés de mesures composites des conditions météorologiques

Les indices à deux variables sont généralement fonction de la température et de l'humidité de l'air. Ils permettent de mesurer la capacité d'évaporation entre l'humain et l'environnement⁶ et de décrire la sensation d'une journée chaude pour une personne normale¹⁶. L'indice de chaleur, parfois aussi appelé température apparente, se calcule à partir de la température de l'air et de la température du point de rosée¹³. Le calcul de l'indice humidex, un peu plus compliqué¹³, est facilité par des chiffriers statistiques de base (par ex. EXCEL). L'indice humidex et l'indice de chaleur sont associés à des impacts prédéterminés sur la santé (voir le tableau 1 ci-dessous)¹³. On les emploie aussi pour démontrer la relation entre la chaleur et la mortalité^{4,13}. Il faut noter que ces indices font abstraction des autres variables météorologiques (par ex. la couverture nuageuse et la période de la saison), qui pourraient aussi être associées à des effets indésirables sur la santé. Elles ne tiennent pas compte non plus des facteurs typiquement urbains, comme ceux qui contribuent à l'effet d'îlot thermique.

Tableau 1 Niveaux de confort et impacts sur la santé associés à différentes valeurs de l'indice humidex et de la température apparente

Plage de température (° F)	Plage de température (° C)	Impacts sur la santé
Indice Humidex		
< 86	< 30	Aucun inconfort
86-103,9	30-39	Léger inconfort
104-112,9	40-44,9	Inconfort majeur, éviter les efforts
113-129	45-54	Dangereux
>129	>54	Coup de chaleur imminent
Température apparente (indice de chaleur)		
80-89,9	26,7-32	Possibilité de fatigue en cas d'exposition prolongée et/ou d'activité physique
90-104,9	32,1-40,6	Possibilité de coup de soleil, crampes de chaleur et épuisement causé par celle-ci en cas d'exposition prolongée et/ou d'activité physique
105-130	40,7-54,4	Probabilité de coup de soleil, crampes de chaleur ou épuisement causé par celle-ci, et possibilité de coup de chaleur en cas d'exposition prolongée et/ou d'activité physique
>130	>54,4	Forte probabilité de coup de chaleur/de soleil en cas d'exposition continue

Source : Smoyer-Tonic KE, Rainham DGC, 2001. Beating the Heat : Development and Evaluation of a Canadian Hot Weather Health Response Plan. Environmental Health Perspectives. 109 (12); 1241-1248

5.3 Indicateurs de stress thermique fondés sur les masses d'air

Les spécialistes de la climatologie cherchent activement des moyens de classer les conditions météorologiques en catégories ou « masses d'air ». De nombreuses méthodes ont vu le jour. La méthode CSS (classification synoptique spatiale) est l'une des plus récentes³⁷. Élaborée au milieu des années 1990, cette méthode automatisée continue de faire l'objet d'améliorations. Elle fait appel à un procédé statistique (analyse de la fonction discriminante) pour classer chaque jour dans l'un des six types de masses d'air définis (polaire sec, modéré sec, tropical sec, polaire humide, modéré humide et tropical humide) ou dans un jour de transition. Les types de masses d'air sont classés en catégories en définissant chaque jour selon des combinaisons de 6 variables météorologiques (température de l'air, température du point de rosée, couverture nuageuse totale, pression au niveau de la mer et vitesse et direction des vents)³⁷. Cette méthode comporte des jours de référence, soit des jours typiques dans une masse d'air, qui servent à classer tous les autres jours dans chacune des catégories de masses d'air. Les masses d'air peuvent être prévues 48 heures à l'avance³⁸.

Les modèles fondés sur les masses d'air sont employés pour déterminer la relation entre le type de masse d'air et la mortalité humaine³⁹. Cette relation est établie en comparant les données historiques sur la mortalité (mortalité totale et mortalité selon l'âge) aux données historiques sur les masses d'air. Le système recourt à l'analyse de la fonction discriminante et à la régression logistique pour déterminer les jours dans la période de transit de la masse d'air qui sont associés à un accroissement des décès. De plus, comme cette relation semble spécifique à chaque ville, l'analyse doit être reprise pour chacune. Ce modèle a l'avantage d'intégrer plus facilement la multitude des facteurs impliqués dans la détermination de la mortalité liée à la chaleur. Cependant, il y a peu d'évaluations des méthodes synoptiques publiées dans la littérature épidémiologique et les épidémiologistes pourraient formuler des critiques à leur endroit, surtout sous l'angle de l'analyse factorielle des données en corrélation. De plus, il existe sans doute d'autres facteurs, dont ne tient pas compte la masse d'air, qui sont associés à la mortalité reliée au climat.

6. OBJECTIFS D'UN SYSTÈME DE VEILLE /AVERTISSEMENT DE CHALEUR ACCABLANT

Compte tenu du vieillissement de la population, les affections reliées à la chaleur deviendront sans doute un problème de santé publique de plus en plus important. Aussi, le public est de plus en plus préoccupé par les effets de la chaleur accablante sur la santé en raison de la perception que les vagues de chaleur se présenteront plus fréquemment avec les années. Enfin, les médias locaux s'intéressent également aux veilles / avertissements météorologiques, surtout depuis que Toronto a instauré en 2001 un tel système, fondé sur les masses d'air. De toute évidence, la réduction des effets indésirables de la chaleur sur la santé s'inscrit de plus en plus dans les priorités. Le plan d'intervention de Montréal en cas de chaleur intense devra être pensé avec soin, faire l'objet d'une évaluation constante et être facilement modifiable, et les chapitres qui suivent présentent un système de veille / avertissement météorologique pour Montréal qui tienne compte des besoins particuliers de sa population. Notre plan d'intervention répondra aux objectifs suivants :

Objectifs du système de veille avertissement

Objectif sanitaire

Réduire les effets néfastes de la chaleur accablante sur la santé de la population de Montréal-Centre en :

- Réduisant la morbidité et la mortalité précoce en période de chaleur accablante chez les personnes atteintes de maladies chroniques telles les maladies cérébrovasculaires, les maladies cardiorespiratoires et rénales.
- Prévenant la mortalité par coup de chaleur et la morbidité tel l'épuisement et les crampes de chaleur.

Objectif comportemental

Informar la population afin d'amener notamment les personnes à risque (personnes souffrant de maladies chroniques et personnes âgées, jeunes enfants, personnes effectuant des activités physiques exigeantes) à adopter des comportements individuels nécessaires à leur protection, lors de périodes de chaleur accablante.

Moyens proposés

1. Participer au système de veille / avertissement météorologique pour l'île de Montréal développé par Environnement Canada
2. Proposer des modifications au système en fonction des résultats des recherches épidémiologiques visant à mieux caractériser les impacts sanitaires de la chaleur accablante.
3. Élaborer des mesures d'atténuation des effets de la chaleur, à court et à long terme.
 - Décrire les composantes du système de veille avertissement après avoir défini les conditions météorologiques qui posent un risque élevé.
 - Déterminer les mesures à long terme d'atténuation des effets de la chaleur.
4. Proposer des méthodes d'évaluation du système de veille/avertissement météorologique (processus et impact comportemental et sanitaire).

7. MÉTHODE SUIVIE POUR ÉLABORER LE SYSTÈME DE VEILLE / AVERTISSEMENT

Nous avons d'abord relevé les grandes villes au Canada et à l'étranger qui bénéficient d'un climat tempéré et qui disposent d'un système de veille / avertissement météorologique. Nous avons entrepris plusieurs démarches :

- Nous avons examiné la littérature dans Medline pour repérer les villes potentielles.
- Par courriel, nous avons demandé à l'Organisation mondiale de la Santé, aux Centers for Disease Control and Prevention (É.-U.) et à Environnement Canada le nom de personnes-ressources. Ces personnes nous ont fourni d'autres noms, en plus d'enrichir notre liste dans l'examen de la littérature publiée ou non.
- Nous avons communiqué par courriel avec les participants qui, à la réunion de septembre 2001 de l'International Association for Environmental Epidemiology traitant des influences environnementales et génétiques sur la santé humaine, ont présenté des résumés concernant la chaleur et ses effets sur la santé.

Après avoir dressé la liste des villes, nous avons évalué leurs systèmes de veille / avertissement météorologique d'après les critères suivants :

- Quel indicateur de stress causé par la chaleur a été employé ? (par ex., l'indice de chaleur)
- Quel seuil était fixé pour définir les conditions météorologiques posant un risque élevé ? (ex., un indice de chaleur de 40,5 °C durant 2 jours consécutifs)
- Comment a-t-on déterminé les seuils de l'indicateur de stress causé par la chaleur ? Par exemple, les a-t-on fixés d'après les analyses épidémiologiques d'une relation dose-réponse, ou d'après l'opinion d'experts ?
- Quels étaient les éléments du plan d'intervention en cas de chaleur ?
- Y a-t-il eu une évaluation du système de veille / avertissement météorologique ?
- Dans l'affirmative, le système a-t-il engendré une diminution mesurable de la morbidité et de la mortalité liées à la chaleur ?
- A-t-on rencontré des problèmes particuliers dans la mise en œuvre du système ?

Finalement, nous avons évalué l'applicabilité de nos conclusions à l'île de Montréal pour ensuite proposer une méthode adaptée de surveillance des périodes de chaleur accablante, et formuler des lignes directrices pour l'élaboration du plan d'intervention de Montréal.

8. SYSTÈMES EN VIGUEUR AILLEURS ET LEUR ÉVALUATION

8.1 Systèmes en vigueur ailleurs

Nous avons relevé un certain nombre de régions métropolitaines tempérées qui disposent d'un système de veille / avertissement météorologique. La majorité des systèmes sont en place depuis quelques années seulement. Les premiers plans d'intervention sont apparus après la vague de chaleur qu'a connue Chicago en 1995 et qui était associée à des taux très élevés de morbidité et de mortalité⁴.

Dans les villes dotées d'un plan d'intervention, les prévisions étaient généralement fondées sur l'un des trois indices de stress causé par la chaleur :

1. Indice de chaleur (Saint-Louis, Chicago)
2. Indice humidex (Toronto : 1999 et 2000)
3. Masse d'air synoptique (Philadelphie : 1995, plusieurs villes de l'Ohio : 2001, Rome : 2000, Shanghai : 2001, Toronto : 2001)

Il faut noter qu'aucune ville n'a élaboré son système de veille / avertissement météorologique à partir des impacts de la chaleur sur la santé. Cette décision est logique, car il est peu probable que la mise en place d'un plan basé sur la surveillance médicale sauve de nombreuses vies, étant donné que la période de latence entre le début de la période de chaleur et la manifestation des symptômes varie de zéro à deux jours, selon l'étude, comme nous l'avons déjà mentionné.

Il faut surtout retenir qu'une augmentation de la morbidité et de la mortalité liées à la chaleur est décelable seulement de façon rétrospective. Il est alors trop tard pour renverser la morbidité et la mortalité qui se sont déjà manifestées.

En général, les plans se fondent sur une intervention en 2 ou 3 volets, d'après un seuil critique de l'indice de stress causé par la chaleur. Pour les villes américaines, la majorité des systèmes s'inspirent des lignes directrices du National Weather Service, qui s'appuient sur l'indice de chaleur. Plus particulièrement, les alertes sont émises lorsque les valeurs de l'indice de chaleur atteindront 40,5 °C plus de 3 heures par jour durant 2 jours consécutifs ou lorsque l'indice de chaleur dépassera 46 °C, quelle que soit la période de temps³⁹. Nous traitons ci-dessous des systèmes employés à Saint-Louis, Philadelphie et Toronto.

Saint-Louis

La ville de Saint-Louis peut intervenir de trois façons d'après l'indice de chaleur⁴⁰. Un *avis* pour la santé est émis lorsque les prévisions de l'indice de chaleur atteignent 40,5 °C durant au moins 3 heures pour se maintenir la nuit à au moins 26,7 °C. Un *avertissement* pour la santé est diffusé lorsque l'indice de chaleur prévu atteint 46 °C durant 3 heures ou 40,5 °C durant 3 jours consécutifs et se maintient à au moins 26,7 °C la nuit. Une

urgence est décrétée lorsque l'indice de chaleur prévu atteint 40,5 °C durant 48 heures, que l'on signale une augmentation significative de maladies et de décès reliés à la chaleur et que les organismes gouvernementaux sont débordés par les demandes d'aide.

Philadelphie

Le système de veille / avertissement météorologique de Philadelphie³⁹ basé sur les masses d'air, émet une *veille* si une masse d'air accablante est prévue 48 heures à l'avance. Il diffuse une *alerte* en cas de masse d'air accablante prévue 24 heures à l'avance. Finalement, il lance un *avertissement* l'après-midi d'avant ou le matin de la journée où l'on craint une augmentation importante des décès. Selon le protocole de la ville, le plan d'intervention est déployé seulement à l'émission d'un avertissement. Le plan d'intervention comporte trois protocoles, applicables selon le nombre de décès supplémentaires prévus.

Toronto

Le système de veille / avertissement météorologique de Toronto, instauré en 1999, repose sur l'indice humidex¹³. Le médecin hygiéniste en chef émet un *avertissement* si Environnement Canada prévoit un indice humidex de 40 °C durant une journée (avec une température minimale de l'air de 30 °C), et décrète une *urgence* si l'indice humidex doit atteindre 45 °C. En 1999, un seul avertissement a été émis lorsque l'indice humidex a atteint 40 °C une fin de semaine. L'avertissement a été annulé en raison de la baisse de l'indice à la suite d'une forte pluie la nuit. Les organisateurs ont éprouvé des difficultés dans la mobilisation du personnel et les communications, particulièrement quand est venu le moment d'annuler l'avertissement⁴¹.

En 2000, Toronto a modifié le seuil d'activation de son système, émettant plutôt des avertissements de chaleur lorsque l'indice humidex devait dépasser 40 °C durant 2 jours consécutifs. Cet été-là, aucun avertissement de chaleur n'a été lancé¹³.

En 2001, Toronto a engagé le professeur Laurence Kalkstein, de l'Université du Delaware, pour instaurer un système d'avertissement fondé sur les masses d'air. Les prévisions sont maintenant établies par cette université et sont accessibles sur un site Web protégé par mot de passe. Ce nouveau système préconise une intervention en deux volets. On émet une *alerte* lorsqu'on prévoit une masse d'air accablante et qu'il y a 65% de probabilité que la mortalité dépasse les valeurs habituelles. On décrète une *urgence* s'il y a 90% de probabilité que la mortalité excède les valeurs habituelles⁴¹.

Ces probabilités (65 % et 90 %) découlent d'une régression logistique. Pour cette analyse, la variable dépendante (surmortalité par rapport aux valeurs de base) est transformée comme suit en variable binaire : lorsque la surmortalité quotidienne dépasse les valeurs de base, la variable dépendante est fixée à 1. Si elle est égale ou inférieure aux valeurs de base, elle est établie à 0. Peu importe le nombre de décès supplémentaires (par ex., 1 ou 15 par jour), la variable dépendante correspond toujours à 1. Par conséquent, ce type d'analyse ne fait pas la distinction entre les jours associés à une mortalité très élevée (ex., 10 décès supplémentaires par jour) comparativement aux jours

associés à un taux de mortalité moindre (ex., 1 décès supplémentaire par jour). Ainsi, en présence d'une probabilité de 65 % de surmortalité, il y a 65 % de chances que survienne au moins un décès supplémentaire par rapport aux valeurs initiales. À Toronto, deux masses d'air sont associées à la surmortalité, chacune causant en moyenne 4 décès de plus que les valeurs de base par jour (Chad Cheng, communication personnelle).

À Toronto, durant l'été 2001, on avait prévu quatre jours où le risque de surmortalité devait atteindre 65 %. On a donc émis des alertes durant trois des quatre jours. L'absence d'alerte la quatrième journée reste mal expliquée. Durant cinq jours, le risque de surmortalité s'est établi à 90 %. On a décrété une urgence durant trois de ces jours et des alertes pour les deux autres⁴². Là encore, la raison des alertes alors qu'il y avait urgence demeure inexpliquée. L'intervention en cas d'urgence regroupe tous les éléments d'une alerte, et, en plus, nécessite l'ouverture de lieux d'hébergement climatisés dans quatre centres municipaux⁴¹.

Il faut noter que les seuils fixés pour l'indice synoptique se basent sur une analyse rétrospective dose-réponse de la relation entre les masses d'air et la mortalité spécifique à chaque ville. Par contre, les seuils de l'indice de chaleur et de l'indice humidex ont toujours été établis d'après l'opinion d'experts, même si les études récentes révèlent que l'indice humidex pourrait servir d'outil prédictif¹³.

8.2 Étude évaluative des systèmes d'avertissement fondés sur l'indice humidex

Chose étonnante, très peu d'évaluations des systèmes actuels de veille / avertissement ont fait l'objet de publications. Récemment, Smoyer-Tomic et Rainham ont estimé l'efficacité potentielle de l'indice humidex et de l'indice de chaleur comme outils de surveillance¹³. Ils ont étudié les relations chaleur-mortalité à Toronto entre 1980 et 1996 et mesuré l'efficacité potentielle du système de veille / avertissement météorologique mis en place de façon provisoire à Toronto en 1999/2000. Ils ont comparé la mortalité quotidienne, toutes causes confondues (personnes âgées ≥ 65 ans, < 65 ans et mortalité totale), à l'indice humidex et à l'indice de chaleur correspondants pour chaque jour de l'été afin de déterminer la surmortalité. Ils n'ont cependant pas tenu compte d'autres déterminants des effets sanitaires de la chaleur (ex. : la période de la saison qui a un impact sur l'acclimatation), ni de la morbidité. Ils ont aussi fait abstraction des prévisions de l'indice humidex et de l'indice de chaleur, s'intéressant seulement à leurs valeurs maximales quotidiennes.

Les points fondamentaux suivants ressortent de l'analyse de Smoyer-Tomic et Rainham:

- L'indice humidex et l'indice de chaleur présentaient une corrélation presque parfaite.
- La mortalité totale et la mortalité chez les personnes âgées ont augmenté de façon constante avec l'augmentation de l'indice humidex et l'indice de chaleur. La surmortalité est apparue dès que l'indice humidex a atteint un niveau aussi faible que 30 à 35 °C.
- Toronto a connu en réalité très peu de journées où l'indice humidex était élevé. Moins de 2 % des journées d'été ont enregistré un indice humidex supérieur à 40 °C

et environ 17 % des journées se sont situées dans un intervalle de 30 à 39 °C sur cet indice.

- Comme les valeurs élevées étaient si peu fréquentes sur l'indice humidex, la majorité des décès supplémentaires sont survenus dans les valeurs inférieures de l'indice.
- La mortalité le deuxième jour d'une vague de chaleur était légèrement moins élevée que le premier jour. Par conséquent, il est trop tard lorsqu'on attend 2 jours consécutifs de chaleur intense pour émettre un avertissement.
- En moyenne, les décès chez les personnes âgées ont représenté 75 % de la mortalité totale. Avec la progression de l'indice humidex, cette proportion s'est accrue constamment pour constituer 79 % du total. Le phénomène illustre la sensibilité accrue des personnes âgées à la chaleur.
- Durant un été caniculaire à Toronto, il y aurait 25 décès supplémentaires en présence d'un indice humidex se trouvant dans un intervalle de 30 à 35 °C, 26 autres décès supplémentaires s'il se situait entre 35 et 40 °C et 25 décès de plus si l'indice est supérieur à 40 °C. Ainsi, même en appliquant le plan d'intervention de Toronto de 1999, nécessitant un indice humidex à 40 °C avant l'intervention, on compte 51 décès supplémentaires ($26 + 25 = 51$) sans réponse institutionnelle.
- Avec le système de veille / avertissement employé à Toronto en 2000, les avertissements de chaleur (lancés lorsque les prévisions de l'indice humidex dépassent 40 °C durant 2 jours consécutifs) ne seraient émis qu'à tous les deux ans, et les urgences décrétées en raison de la chaleur (prévisions d'indice humidex supérieur à 45 °C) ne seraient émis qu'à tous les 7 ans.
- Il faut surtout retenir que l'utilisation de seuils humidex aussi élevés ne permettraient pas de sauver un nombre appréciable de vies.

8.3 Étude évaluative des systèmes d'avertissement fondés sur les masses d'air synoptiques

Kalkstein et ses collaborateurs³⁹ ont évalué un système de veille / avertissement météorologique basé sur les masses d'air synoptiques, qu'ils ont mis en place à Philadelphie en 1995, année marquée par un été particulièrement chaud. Le système de veille météorologique a relevé 15 jours ayant des masses d'air accablantes susceptibles d'être associées à une surmortalité. Au total, ils ont prévu 163 décès supplémentaires durant l'été en question. Mais, comme le système était établi sur l'indice de chaleur, le plan d'intervention n'a été déclenché que 9 des 15 jours, étant donné que les autres journées ne répondaient pas aux critères de chaleur du National Weather Service (un indice de chaleur prévu de 40,5 °C plus de 3 heures par jour durant 2 jours consécutifs ou de 46 °C, quelle que soit la période de temps). Ainsi, l'étude ne saurait être considérée comme une évaluation d'un système entièrement opérationnel fondé sur un indice synoptique.

Leur évaluation consistait à comparer les décès supplémentaires quotidiens prévus durant les journées de masses d'air accablantes (163) au nombre de décès liés à la chaleur rapportés. Au total, on a signalé 72 décès directement attribuables à la chaleur (par ex., coup de chaleur ou épuisement causé par celle-ci). Les auteurs proposent plusieurs explications de la surestimation des décès par le modèle (163 prévus contre 72 cas

signalés). Premièrement, les décès signalés étaient directement liés à la chaleur et excluent les causes indirectes (par ex., la mortalité cardiovasculaire). Deuxièmement, le modèle prédit les décès supplémentaires pour la grande région de Philadelphie, alors que les décès signalés se limitent à la ville de Philadelphie.

Les auteurs ont aussi fait la preuve que la surestimation des décès supplémentaires était plus fréquente à la fin de l'été. Par exemple, au cours d'une vague de chaleur de 3 jours au début de l'été, on avait prévu 46 décès supplémentaires, alors qu'on en a signalé 23 ($23/46 = 50\%$). Durant une vague de chaleur de 4 jours à la fin de l'été, on avait prévu 58 décès supplémentaires, alors qu'on en a signalé 9 ($9/58 = 15,5\%$). Les auteurs ont deux explications. Premièrement, les personnes vulnérables seraient mortes au début de l'été, réduisant ainsi leur nombre. Deuxièmement, le système sera devenu plus efficace pour sauver des vies durant la saison.

Mais, cette étude comporte une lacune majeure. Les auteurs auraient dû comparer les décès supplémentaires prévus aux décès supplémentaires observés par rapport aux valeurs de base, et non par rapport aux décès signalés directement imputables à la chaleur. Cette analyse a son importance, car il est prouvé que les décès signalés directement attribuables à la chaleur entraînent une sous-estimation de la mortalité liée à celle-ci. Par exemple, pour une journée chaude d'été, on avait prévu 6 décès supplémentaires et on a constaté 4 cas. On se serait attendu à une prévision plus élevée du nombre de décès. Pour ajouter à la confusion du problème, il faut songer que d'autres décès liés directement à la chaleur auraient pu survenir à l'extérieur de la ville même de Philadelphie.

Néanmoins, il est rassurant de constater que les décès ont été inférieurs aux prévisions (72 contre 163). L'explication pourrait résider dans l'efficacité du système d'intervention à éviter les décès liés à la chaleur. Il est également possible que le modèle lui-même pose un problème. Il est difficile d'interpréter ces résultats sans comparer le nombre réel de décès supplémentaires, toutes causes confondues, avec les prévisions de décès supplémentaires, toutes causes confondues.

9. DISCUSSION

9.1 Questions d'ordre méthodologique

Malheureusement, on n'a jamais évalué dans quelle mesure les systèmes de veille / avertissement peuvent réduire la mortalité liée à la chaleur. De toute évidence, la recherche devra se pencher sur cette question. Par contre, il est clair que les vagues de chaleur continueront d'être à court terme une cause significative de morbidité et mortalité. En attendant de réunir plus de données sur l'efficacité de ces systèmes, nous devons tout mettre en œuvre pour atténuer les effets de la chaleur. Nos recommandations pour la mise en place à Montréal d'un système de veille / avertissement météorologique font suite à une analyse attentive des problèmes conceptuels suivants :

Problèmes liés aux prévisions météorologiques

La rapidité et la fiabilité des prévisions météorologiques sont essentielles au système de veille / avertissement météorologique. Premièrement, le service météorologique doit pouvoir interpréter l'indice de stress causé par la chaleur au moins 12, 24 et 48 heures à l'avance. Ainsi, les prévisions seront établies assez tôt pour donner le temps de déclencher et implanter le plan d'intervention.

Deuxièmement, l'indice de stress thermique prévu doit permettre de prédire correctement les mesures météorologiques observées pour la journée concernée. C'est-à-dire qu'il doit y avoir une forte corrélation entre les prévisions et l'observation de la chaleur. On évitera ainsi de mettre en branle le plan d'intervention les jours où le temps n'est pas suffisamment chaud. Nous voulons limiter les résultats faux positifs, qui pourraient occasionner des dépenses inutiles et minimiser l'importance des avertissements de chaleur aux yeux de la population. De même, nous voulons éviter les résultats faux négatifs, faisant qu'un avertissement de chaleur n'est pas émis alors qu'il aurait dû l'être.

Problèmes relatifs à la validité de l'indice de stress causé par la chaleur et au lien avec les impacts sur la santé

On devrait pouvoir montrer clairement une association entre l'indice de stress causé par la chaleur et la surmortalité pour la région.

Problèmes relatifs au choix d'un seuil pour l'indice de stress thermique

Le plan d'intervention devrait être déclenché pour les jours qui sont associés à une élévation importante de la mortalité (sensibilité), contrairement aux jours où la mortalité demeure sous ce niveau (spécificité). Un problème sous-jacent vient du fait qu'il n'existe pas de seuil précis au-delà duquel la morbidité liée à la chaleur – et non la mortalité – augmente de façon substantielle, il est donc difficile de définir les seuils d'intervention en se basant sur les données de morbidité.

Problèmes liés à la définition de la surmortalité

Il faut aussi définir d'emblée le sens à donner à une mortalité élevée. Les autorités doivent déterminer à quel moment l'augmentation des décès quotidiens supplémentaires par rapport aux valeurs de base devient inacceptable. Faut-il s'inquiéter de 5 décès supplémentaires ou seulement lorsque la chaleur risque de faire au moins 15 victimes de plus? Malheureusement, il n'y a pas de lignes directrices pour fixer ces niveaux. Le choix d'une limite pourrait bien être de nature politique ou économique, puisqu'il pose la question de l'ampleur des ressources à mobiliser pour atténuer les effets de la chaleur accablante. Actuellement, les villes dotées d'un système fondé sur l'indice de chaleur/humidex ne précisent même pas ce qu'elles considèrent comme une surmortalité. Et les villes qui emploient un système de veille météorologique basé sur les masses d'air fixent des limites arbitraires pour définir la surmortalité.

La précision des estimations de surmortalité (intervalles de confiance) doit aussi être prise en compte. Les limites de confiance permettent de considérer la variabilité quotidienne et annuelle de la surmortalité. Les autorités doivent décider dès le départ l'importance à accorder à une estimation donnée de la mortalité, compte tenu de ses intervalles de confiance. À titre d'exemple, on pourrait se demander si une probabilité de surmortalité de 60 % (intervalles de confiance de 95 % : 20 % - 100 %) est plus importante qu'une probabilité de surmortalité de 35 % (intervalles de confiance de 95 % : 30 - 40 %). Dans cet exemple, l'estimation de la probabilité de surmortalité à 35 % nous procure plus de confiance. Par contre, même si la probabilité de la surmortalité à 60 % est plus élevée, nous ne sommes pas sûrs de cette estimation en raison de l'étendue des intervalles de confiance. Les autorités ne veulent pas émettre des avertissements les jours où les prévisions comportent des intervalles de confiance étendus. D'autre part, les autorités pourraient vouloir continuer d'émettre des avertissements les jours où ces intervalles sont rapprochés, même si les prévisions de probabilité de surmortalité sont relativement peu élevées.

Problèmes de faisabilité

L'indicateur de stress causé par la chaleur doit être facile à calculer, accessible et facile à interpréter. La connaissance de l'indicateur doit aussi être prise en compte. La population en général doit pouvoir comprendre pourquoi nous employons l'indice pour émettre des alertes. Il faut également songer au coût pour la mise en place d'un tel système. Également, la méthodologie du système de veille / avertissement météorologique doit s'inspirer de ce qui se fait ailleurs dans le monde.

9.2 Options de surveillance de la chaleur

Parmi les indicateurs potentiels de stress thermique, nous proposons les deux options suivantes :

i. Indice humidex

L'indice humidex est assez facile à prévoir 48 heures à l'avance. L'information est fournie par Environnement Canada contre rémunération. Il a été démontré récemment que cet indice était en corrélation avec la mortalité à Toronto¹³. Par contre, aucun seuil de température approprié au-delà duquel émettre un avertissement n'a été défini pour Montréal. De plus, cet indice ne tient pas compte d'autres facteurs météorologiques susceptibles d'influer sur la mortalité.

L'indice humidex se calcule facilement. Le grand public connaît aussi très bien l'expression humidex et les valeurs de cet indice sont concrètement perceptibles.

ii. Indice synoptique

Selon Kalkstein, l'indice synoptique permet de prédire avec exactitude les masses d'air accablantes 24 heures à l'avance 89 % du temps et 48 heures à l'avance, 71 % du temps³⁹. Cependant, la prévision de cet indice risque d'être plus compliquée que l'indice humidex puisqu'il comporte plus de facteurs météorologiques. Les prévisions, affichées sur un site Web convivial protégé par mot de passe, sont mises à jour régulièrement. Pour mettre sur pied un tel système, il faut retenir les services du Center for Climatic Research, de l'Université du Delaware, au montant forfaitaire de 40 000 \$ US. L'analyse exige des données météorologiques historiques compilées par Environnement Canada et des données sur la mortalité quotidienne (totale et > 65 ans) qui remontent le plus loin possible. À Montréal, les données sur la mortalité quotidienne partent de 1975, ce qui suffirait à l'analyse. La gestion du système est assurée par le professeur Laurence S. Kalkstein, de l'Université de Delaware.

Ce système présente l'inconvénient de s'en remettre à un fournisseur pour les prévisions (et les évaluations), ce qui risque de limiter notre pouvoir dans la prise de décisions. Le grand public pourrait aussi éprouver des difficultés à comprendre cet indice, surtout qu'il est exprimé sous forme de surmortalité par rapport aux valeurs de base. Même les représentants municipaux pourraient avoir peine à s'y retrouver. Par exemple, à Toronto durant l'été 2001, ils avaient parfois recours à l'indice humidex pour contre-vérifier l'indice synoptique afin d'interpréter les prévisions (communication personnelle, Nancy Day).

À noter que les systèmes de veille / avertissement météorologique fondés sur l'indice humidex ou sur l'indice synoptique n'ont pas prouvé leur capacité à réduire la mortalité. De plus, peu importe la méthode choisie, il faudra réfléchir afin de définir la surmortalité, et le tout devra être expliqué au grand public avec prudence.

10. RECOMMANDATIONS POUR UN PROGRAMME MONTRÉALAIS DE VEILLE/AVERTISSEMENT DE CHALEUR ACCABLANTE

10.1 Choix de l'indice et des seuils

Compte tenu des deux options présentées précédemment (indice humidex ou indice synoptique) et de l'absence d'études documentant une réduction de la surmortalité suite à l'adoption de l'une ou l'autre de ces options, nous recommandons de faire preuve de prudence au départ dans l'adoption d'un système de veille/avertissement météorologique pour Montréal. Nous privilégions l'emploi de l'indice humidex en attendant la publication de nouvelles données évaluatives.

Comme chaque ville réagit différemment à la chaleur, la relation entre l'indice humidex et la surmortalité doit être évaluée de façon quantitative. Cette analyse nous permettrait de définir des seuils de l'indice humidex basés sur des données scientifiques plutôt que sur l'opinion d'experts. Il est aussi nécessaire d'élucider cette relation au départ, car le fait d'apporter continuellement des changements au seuil de l'indice humidex suite à l'obtention de nouvelles données pourrait soulever le doute dans l'esprit du grand public.

Recommandation 1 : En raison de tout ce qui précède, nous recommandons une analyse de régression des données historiques sur les conditions météorologiques et la mortalité afin de mettre en lumière la relation chaleur-mortalité à Montréal.

L'analyse de régression effectuée par Smoyer-Tomic et ses collaborateurs¹³ pour Toronto semble être relativement simple. Une analyse similaire pourrait être réalisée par le personnel de la DSP de Montréal-Centre.

Recommandation 2 : Dans l'intervalle, nous recommandons l'utilisation du système d'avertissement de chaleur d'Environnement Canada actuellement en vigueur pour guider nos interventions.

En effet, depuis 1996, Environnement Canada émet un avertissement de chaleur lorsque la prévision pour l'indice humidex atteint 40 °C ou plus avec une température de l'air ambiant qui atteint 30 °C ou plus. Le préavis souhaité est de 12 à 24 heures. À Montréal, 2 % des jours d'été appartiennent à cette catégorie et le nombre d'avertissements a varié entre 0 et 5 depuis 1996⁴³.

10.2 Campagne de prévention et d'information

Puisque la récente étude menée à Toronto par Smoyer et ses collaborateurs¹³ documente les effets à un niveau d'indice humidex sous 40 °C et pouvant même descendre à 30-35 °C, nous proposons l'adoption d'un plan de prévention et d'intervention en deux volets.

- Volet 1 : Information préventive

Activation du plan de communication vers la mi-juin visant à informer la population sur les effets néfastes de la chaleur sur la santé, les groupes les plus vulnérables et les moyens de prévention possibles. Cette information devrait être reprise périodiquement au cours de l'été en collaboration avec les médias, le Centre de sécurité civile de la Ville de Montréal, les groupes communautaires et humanitaires intervenant directement auprès des populations à risque, les pharmaciens pour avertir des bénéficiaires consommant certains médicaments et le réseau de santé, notamment Info-Santé et les services de maintien à domicile des CLSC ainsi que les cliniques de médecine familiale. De cette façon, la population pourra adopter les comportements préventifs tout au long de l'été.

- Volet 2 : Avertissement préventif

Activation de l'avertissement de chaleur et d'humidité accablantes par Environnement Canada et du plan d'intervention qui l'accompagne lorsque les prévisions atteignent 40°C ou plus pour l'indice humidex et 30°C ou plus pour la température de l'air. Évidemment, l'évaluation du système nous permettra de décider si ces seuils devront être modifiés à l'avenir.

Pour justifier davantage l'utilisation de l'indice humidex, nous recommandons fortement que les prévisions de l'indice synoptique établies à Toronto, durant l'été 2001 soient comparées aux prévisions humidex d'Environnement Canada pour la même période afin de déterminer la sensibilité et la spécificité de l'indice humidex par rapport à l'indice synoptique. Cette analyse pourrait être réalisée assez rapidement et serait utile afin de déterminer si le remplacement de l'indice synoptique par l'indice humidex aurait été acceptable.

10.3 Mesures d'atténuation des effets de la chaleur et rôle des intervenants**Partenaires**

Tout système de veille / avertissement météorologique mis en œuvre à Montréal exigera la création d'une équipe multidisciplinaire. Cette équipe doit être composée de plusieurs partenaires, selon le plan d'intervention retenu. L'équipe pourrait être formée notamment des intervenants suivants :

<u>Partenaire</u>		<u>Fonction principale</u>
1.	Environnement Canada	Prévoir les vagues de chaleur et émettre des avertissements
2.	RRSSS/DSP	Développer les connaissances, assurer un soutien, élaborer et diffuser un message sanitaire, évaluer le système
3.	Ville de Montréal	Élaborer un plan d'urgence si nécessaire, établir des contacts avec des groupes communautaires et humanitaires
4.	CLSC	Contacter et gérer les individus qui présentent un risque élevé
5.	Info Santé - CLSC	Répondre aux questions provenant de la population
5.	CSST	S'assurer que les messages préventifs soient transmis aux travailleurs à risque, surveiller les milieux de travail à risque pour éviter un dépassement de la norme de contrainte thermique
6.	Médecins	Contacter et gérer les individus qui présentent un risque élevé
7.	Pharmaciens	Informar les individus qui présentent un risque élevé
8.	Groupes humanitaires et communautaires	Contacter et gérer les groupes qui présentent un risque élevé, assurer un soutien
9.	Hydro-Québec	Fournir les services électriques
10.	Médias	Diffuser l'information

Cette liste n'est pas exhaustive. Il faudra peut-être recruter d'autres partenaires, selon les éléments retenus pour le plan d'intervention. Dans la prochaine section, nous abordons certaines options pour le plan d'intervention.

Éléments proposés d'un plan d'intervention en cas d'avertissement de chaleur

Lorsque Environnement Canada émet un avertissement de chaleur accablante, les ressources doivent être mobilisées pour s'assurer que le message préventif véhiculé depuis le début de l'été soit mis en action. Voici les grandes lignes des activités à prévoir lors d'un avertissement de chaleur accablante :

- Utilisation des médias (radio, télévision et journaux) pour diffuser l'information de base sur la prévention en même temps que les prévisions météorologiques qui posent un risque élevé.
- Utilisation du site Internet INFO-SMOG pour diffuser l'information concernant la chaleur. Cette mesure pourrait être très utile compte tenu du risque d'interaction entre les effets nocifs de la pollution de l'air et de la chaleur. De plus, INFO-SMOG étant en place depuis 8 ans, le grand public en connaît déjà l'existence. Le réseau de communication INFO-SMOG pourrait constituer un instrument simple pour diffuser l'information.
- Utilisation du site Internet de la DSP de Montréal-Centre pour diffuser l'information concernant la chaleur.
- Utilisation d'un message santé enregistré sur le répondeur de la DSP de Montréal-Centre pour inviter la population à contacter Info-Santé ou leur médecin traitant pour obtenir plus d'information.
- Réponse aux questions de la population par le réseau téléphonique Info-Santé dans les CLSC.
- Les conseils de prévention pourraient inclure :
 - Rechercher les endroits climatisés
 - Éviter les activités/exercices intenses à l'extérieur
 - Boire beaucoup de fluides
 - Éviter l'alcool ou toutes autres substances déshydratantes
 - S'informer de l'état de santé des personnes âgées, des voisins et des patients atteints de maladies chroniques (cardiovasculaire, rénale, etc.) surtout si elles demeurent seules
 - Encourager les personnes âgées à ouvrir les fenêtres et à se rendre dans des endroits climatisés, malgré leurs craintes des cambrioleurs
 - Utiliser des ventilateurs dans des conditions adéquates (ex. : fenêtres ouvertes, ne pas utiliser si l'air est trop chaud)
 - Porter des vêtements légers.
- Enseigner au personnel du réseau de la santé (ex. : urgence, soins à domicile) à mieux détecter les impacts de la chaleur sur la santé.
- Veiller à ce que Hydro-Québec ne coupe pas le courant durant la vague de chaleur.

Il existe des mesures supplémentaires qui pourraient être envisagées pour atténuer les effets de la chaleur accablante lors d'un avertissement :

- Prolonger les heures d'ouverture des piscines
- Prolonger les heures d'ouverture de certains centres commerciaux, communautaires et récréatifs climatisés qui sont situés dans des quartiers critiques.

Ces mesures supplémentaires devraient faire l'objet de discussions avec les autorités concernées.

Enfin, il faudra aussi prévoir un plan pour l'annulation des avertissements de chaleur lorsque la situation change rapidement et les prévisions météorologiques ne se réalisent pas.

L'évaluation du système proposé ici nous permettra de décider s'il deviendra nécessaire d'abaisser les seuils de l'indice humidex utilisés actuellement pour déclencher l'avertissement. De plus, nous devons déterminer la nécessité de mettre sur pied un deuxième niveau d'intervention plus actif qui correspond à la notion d'alerte de chaleur accablante, et nous présentons ici les grandes lignes des mesures supplémentaires qui pourraient être nécessaires dans une telle situation pour discussion future.

En plus des mesures applicables aux avertissements de chaleur, des mesures plus actives seraient requises dans le cas d'une alerte qui se prolongerait et dont les seuils restent à déterminer. Par exemple :

- Déterminer les populations qui présentent un risque élevé et les informer des dangers de la chaleur et des façons d'en atténuer les effets. On pourrait ainsi :
 - Demander au personnel infirmier des CLSC de téléphoner à leurs patients à domicile pour s'enquérir de leur état de santé.
 - Demander aux intervenants des groupes humanitaires de contacter leur clientèle afin de connaître leurs besoins.
 - Utiliser des bases de données sur les ordonnances pour repérer les patients qui prennent des médicaments associés à une morbidité liée à la chaleur et demander aux pharmaciens d'informer leurs patients qui présentent un risque élevé.
 - Demander aux médecins d'informer leurs patients qui présentent un risque élevé (clinique de cardiologie, de pneumologie et de néphrologie).
 - Distribuer des dépliants dans les cliniques médicales, les pharmacies, les CLSC, les centres de la petite enfance.
 - Téléphoner aux CHSLD.
 - Faire des visites à domicile chez les personnes qui présentent un risque élevé.
 - Intervenir auprès des sans-abri.

- Augmenter le personnel d'urgence durant la vague de chaleur.
- Ouvrir des centres d'hébergement climatisés. À noter cependant que les groupes qui présentent un risque élevé pourraient refuser de quitter leur domicile ou devoir être transportés au centre d'hébergement.
- Distribuer des fluides aux groupes qui présentent un risque élevé et qui n'ont pas accès facilement à l'eau.

Mesures d'atténuation à long terme de la chaleur

À long terme, il pourrait être plus rentable d'instaurer des mesures permanentes qui réduisent les impacts de la chaleur. Dans cette perspective, la DSP de Montréal-Centre a un rôle important à jouer pour sensibiliser nos partenaires à l'importance de procéder à de telles mesures. On pourrait notamment faire appel à des méthodes d'urbanisme pour atténuer l'effet d'îlot thermique, notamment^{13,20} :

- Augmenter le nombre d'habitations à l'ombre
- Accroître le nombre de zones abritées par un écran de végétation
- Utiliser les tons de pastel dans les matériaux de construction et privilégier les surfaces hautement réfléchissantes pour les toits, les routes et les stationnements
- Améliorer l'isolation des constructions

Il faudrait mettre en place des stratégies visant à intensifier la pénétration des climatiseurs dans les immeubles, surtout dans les quartiers défavorisés. De plus, il faudrait promouvoir des stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Plus particulièrement, il faudrait viser l'atteinte des objectifs d'émissions établis dans le protocole de Kyoto de 1997. Et, finalement, il faudrait intensifier la recherche pour élucider entièrement la relation entre la chaleur et les autres déterminants qui nuisent à la santé.

10.4 Évaluation du système de veille / avertissement météorologique

Voici quelques brèves suggestions permettant d'évaluer le système de veille / avertissement météorologique lorsqu'il sera fonctionnel :

a) Évaluation du processus

Une évaluation qualitative devrait servir à déterminer :

- Si la mise en place du système a posé des problèmes et à quels niveaux.
- Quelle partie du système a été mise en place et pourquoi certaines parties n'ont pas été mises en place ?
- Quels éléments du système ont été modifiés en cours de route et pourquoi ?
- Quel est le niveau de rétention du message auprès de la population ?

b) *Évaluation des impacts*

Une évaluation quantitative devrait permettre de déterminer l'effet du plan d'intervention sur l'adoption de comportements préventifs par les groupes à risque et sur la réduction de la morbidité et de la mortalité. L'évaluation de la réduction de la morbidité et la mortalité doit être effectuée en comparant les résultats « avant et après » la mise sur pied du plan. L'exercice exigera de comparer les valeurs de base de plusieurs années aux données prospectives observées après la mise sur pied du système, et ce, après s'être assuré que le système a été mis en place comme prévu ou en tenant compte des éléments du système qui étaient vraiment fonctionnels.

On pourrait par exemple comparer la mortalité quotidienne (totale et selon l'âge) selon les niveaux de l'indicateur de stress causé par la chaleur durant l'été aux valeurs de base pour les années qui ont précédé la mise sur pied du système de veille/avertissement. Ces comparaisons devraient comporter les trois volets suivants :

- Les décès observés selon l'indice humidex prévu seraient comparés aux valeurs de base;
- Les décès observés selon les valeurs humidex réelles seraient comparés aux valeurs de base;
- Les décès observés les jours où l'on a émis un avertissement seraient comparés aux valeurs de base ou aux valeurs observées dans les années précédentes où un avertissement n'a pas été émis dans des situations climatiques semblables (ces analyses permettraient de déterminer si l'intervention a vraiment porté fruit).

De plus, des études sur la morbidité pourraient être réalisées en analysant les données d'Urgences-Santé sur les cas d'hyperthermie. À noter cependant que la faisabilité de cette méthode reste à confirmer étant donné que les patients fiévreux pour d'autres raisons (par ex. : en présence d'infections) sont aussi classés parmi les cas d'hyperthermie. Urgences-Santé pourrait peut-être modifier son système de codes pour pallier à cette difficulté.

Les données sur les visites à l'urgence et les hospitalisations pourraient être étudiées.

On pourrait recenser le nombre d'appels au service téléphonique d'information sur la chaleur d'Info-Santé.

On pourrait aussi relever le nombre quotidien de décès constatés par les salons funéraires. Cependant, cette méthode ne tient pas compte du fait que les corps ne proviennent pas tous de Montréal (et vice-versa).

En ce qui concerne l'évaluation de l'adoption des comportements préventifs, un protocole de recherche pourrait être élaboré à cet effet.

RÉFÉRENCES

- ¹ Jones TS et. al. Morbidity and mortality associated with the July 1980 heat wave in St. Louis and Kansas City, Mo. *JAMA*. 247:3327-3331;1982.
- ² Ellis FP. Mortality from heat illness and heat-aggravated illness in the United States. *Environmental Research*. 5:1-58; 1972.
- ³ Ellis FP et. al. Mortality in the elderly in a heat wave in New York City, August 1975. *Environmental Research*. 15:504-512; 1978.
- ⁴ Center for Disease Control and Prevention. Heat-related Mortality- Chicago, July 1995. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 44(31):577-579; 1995.
- ⁵ Semenza JC et al. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *New England Journal of Medicine*. 335: 84-90; 1996.
- ⁶ Semenza JC et. al. Excess hospital admissions during the July 1995 heat wave in Chicago. *American Journal of Preventive Medicine*.16: 269-277; 1999.
- ⁷ Oechli FW et. al. Excess mortality associated with three Los Angeles hot spells. *Environmental Research*. 3:277-284; 1970.
- ⁸ Applegate WB et. al. Analysis of the 1980 heat wave in Memphis. *Journal of the American Geriatric Society*. 29:337-342; 1981.
- ⁹ Ramlow JM and Kuller LH. Effects of the summer heat wave of 1988 on daily mortality in Allegheny County, PA. *Public Health Rep*. 105:283-289; 1990.
- ¹⁰ Kattenberg A et. al. Climate models – projections of future climate. In: Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Contribution of Working Group I to the Second Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (Houghton JT, Meira-Filho LG, Callander BA, Harris N, Kattenberg A, Maskell K, eds). Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1996; 285-357.
- ¹¹ Maxcy-Rosenau-Last. Public Health and Preventive Medicine. 14th ed. Wallace R. ed. Stamford, USA: Appleton and Lange, 1998; 607-612.
- ¹² Kilbourne EM. The Spectrum of illness during heat waves. *American Journal of Preventive Medicine*. 16(4):359-360; 1999.
- ¹³ Smoyer-Tomic KE and Rainham DGC. Beating the Heat: Development and Evaluation of a Canadian Hot Weather Health-Response Plan. *Environmental Health Perspectives*. 109(12); 2001 (in press).
- ¹⁴ McGeehin MA et. al. The potential Impacts of Climate Variability and Change on Temperature-Related Morbidity and Mortality in the United States. *Environmental Health Perspectives*. 109 (2):185-189; 2001.
- ¹⁵ Center for Disease Control and Prevention. Heat-related illnesses and deaths- United States, 1994-1995. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. 44(25):465-468; 1995.

- ¹⁶ Whitman et. al. Mortality in Chicago attributed to the July 1995 heat wave. *American Journal of Public Health* 87(9):1515-1518; 1997.
- ¹⁷ Kosatsky T. Direction de la Santé Publique Montréal-Centre. Communication personnelle.
- ¹⁸ Semenza JC. Acute renal failure during heat waves. *American Journal of Preventive Medicine*. 17(1):97;1999.
- ¹⁹ Koutsavlis AT and Kosatsky T. Environmental Temperature Injury in a Canadian Metropolis. Unpublished data.
- ²⁰ Braga ALF et. al. The time course of weather-related deaths. *Epidemiology* 12(6): 662-667; 2001.
- ²¹ Smoyer KE et. al. Report 99-1: Integrated Analysis of Heat-Related Mortality in the Toronto-Windsor Corridor. Climate and Health Research Program, Department of Earth and Atmospheric Sciences, University of Alberta.
- ²² Kalkstein LS and Smoyer KE. The Impact of Climate on Canadian Mortality: Present Relationships and Future Scenarios. *Canadian Climate Centre Report No. 93-7*. Atmospheric Environment Service. Downsview, Ontario, 1993.
- ²³ Kalkstein LS. Lessons from a very hot summer. *Lancet*. 346: 857-859; 1995.
- ²⁴ Landsberg HE. *The Urban Climate*, vol. 28. New York: Academic Press, 1981.
- ²⁵ Clarke JF. Some effects of the urban structure on heat mortality. *Environmental Research*. 5:93-104; 1972.
- ²⁶ Longstreth J. Public Health Consequences of Global Climate Change in the United States- Some Regions May Suffer Disproportionately. *Environmental Health Perspectives*. 107 suppl. 1: 169-179; 1999.
- ²⁷ Buechley RW et. al. Heat island equals death island? *Environmental Research*. 5:85-92; 1972.
- ²⁸ Center for Disease Control and Prevention. Heat-related deaths – United States, 1993. *Morbidity and Mortality Weekly Report* 42: 558-560; 1993.
- ²⁹ Kilbourne EM et al. Risk factors for heat stroke. A case-control study. *JAMA*. 247:3332-3336; 1982.
- ³⁰ World Health Organisation. *Climate Change and Human Health*. McMichael AJ, Haines A., Slooff R, Kovats S. eds. Geneva, 1996.
- ³¹ Smoyer-Tomic KE et. al. Heat Wave Hazards: An Overview of Heat Wave Impacts in Canada. *Natural hazards*. In press.
- ³² Kalkstein LS and Smoyer KE. The impact of climate change on human health: some international implications. *Experientia*. 49: 969-979; 1993.

- ³³ Ramlow JM and Kuller LH. Effects of the summer heat wave of 1988 on daily mortality in Allegheny County, PA. *Public Health Rep.* 105:283-289; 1990.
- ³⁴ Keatinge WR et. al. Heat related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study. *British Medical Journal.* 321:670-673; 2000.
- ³⁵ Katsouyanni K et al. Evidence for Interaction between Air Pollution and High Temperature in the Causation of Excess Mortality. *Archives of Environmental Health.* 48(4): 235-242; 1993.
- ³⁶ Cheng SC. Synergistic Impacts of Winter and Summer Weather and Air Pollution due to Global Warming on Human Mortality in South-Central Canada. Submitted to Health Canada August 20, 2001.
- ³⁷ Sheridan SC. The redevelopment of a weather-type classification scheme for North America. Submitted to the *International Journal of Climatology*, January 2001.
- ³⁸ Kalkstein LS and Greene JS. An evaluation of climate/mortality relationships in large U.S. cities and the possible impacts of a climate change. *Environmental Health Perspectives.* 105: 84-93; 1997.
- ³⁹ Kalkstein LS et. al. The Philadelphia Hot Weather-Health Watch/Warning System: Development and Application, Summer 1995. *Bulletin of the American Meteorological Society.* 77(7); 1996.
- ⁴⁰ Operation Weather Survival. St. Louis Metropolitan are a hot weather response plan.
- ⁴¹ Basrur S. Hot weather response plan for summer of 2001. Toronto staff report.
- ⁴² Preliminary evaluation data for the 2001 weather watch/warning system from the Toronto Public Health Unit.
- ⁴³ Environnement Canada, communication personnelle.
-



QUANTITÉ	TITRE DE LA PUBLICATION	PRIX UNITAIRE (tous frais inclus)	TOTAL
	Chaleur accablante	15 \$	
	Mise à jour de la littérature concernant les impacts de santé publique et proposition de mesures d'adaptation		
	NUMÉRO D'ISBN OU D'ISSN		
	2-89494-351-2		

DESTINATAIRE _____

Nom _____

Organisme _____

Adresse _____

No

Rue

App.

Ville

Code postal

Téléphone _____ Télécopieur _____

Les commandes sont payables à l'avance par chèque ou mandat-poste à l'ordre de la Direction de la santé publique de Montréal-Centre.

Pour information : (514) 528-2400, poste 3646.

Retourner à l'adresse suivante :

Centre de documentation
Direction de la santé publique de Montréal-Centre
1301, rue Sherbrooke Est
Montréal (Québec) H2L 1M3
<http://www.santepub-mtl.qc.ca>

**DIRECTION
DE LA SANTÉ
PUBLIQUE**

**Garder notre
monde en santé**

