

Comprendre et prévenir les impacts sanitaires de la chaleur dans un contexte de changement climatique

// Understanding and prevention of the health impacts of heat in the context of climate change

Coordination scientifique // *Scientific coordination*

Mathilde Pascal, Santé publique France, Saint-Maurice, France

Et pour le Comité de rédaction du BEH : **Damien Mouly**, Santé publique France, Cire Occitanie, Toulouse, France,

Isabelle Grémy, ORS Île-de-France, Paris, France & **Hélène Therre**, Santé publique France, Saint-Maurice, France

> SOMMAIRE // Contents

ÉDITORIAL // Editorial

Canicules : s'y préparer toujours mieux
// Heat waves: The need for ongoing planningp. **318**
Professeur Jean-Louis San Marco

ARTICLE // Article

Évolution des vagues de chaleur et de la mortalité associée en France, 2004-2014
// Evolution of heat waves and associated mortality in France, 2004-2014.....p. **320**
Vérène Wagner et coll.
Santé publique France, Saint-Maurice, France

ARTICLE // Article

Principaux enseignements de la surveillance sanitaire des impacts des vagues de chaleur de 2015 à 2017 en France
// Lessons learned from the surveillance of the health impacts of heat waves between 2015 and 2017 in France.....p. **326**
Mathilde Pascal et coll.
Santé publique France, Saint-Maurice, France

ARTICLE // Article

Évaluation de la réactivité du dispositif de surveillance syndromique des effets liés à la chaleur : étude pilote en Occitanie (France) et perspectives
// Evaluation of the responsiveness of the syndromic surveillance system for heat-related effects: Pilot study in the Occitanie region (France) and perspectivesp. **334**
Jérôme Pouey et coll.
Santé publique France, Cire Occitanie, Toulouse, France

ARTICLE // Article

Comment mieux appréhender les impacts sanitaires du changement climatique : l'intérêt des collaborations multicentriques internationales
// How to better understand the health impacts of climate change: The potential of international multi-centre research.....p. **340**
Antonio Gasparrini
Department of Social and Environmental Health Research, London School of Hygiene & Tropical Medicine, London, United Kingdom

ARTICLE // Article

Comparaison des méthodes et des questions utilisées pour suivre l'adaptation face aux épisodes de chaleurs élevées en France et au Québec
// Comparison of methods and questions used to monitor adaptation to high summer temperatures in France and Quebecp. **345**
Pierre Valois et coll.
Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques, Faculté des Sciences de l'Éducation, Université Laval, Québec (QC), Canada

ARTICLE // Article

Les villes et la canicule : se préparer au futur et prévenir les effets sanitaires des îlots de chaleur urbains
// Cities and heatwaves: Prepare the future and prevent health effects of urban micro-heat islandsp. **354**
Tarik Benmarhnia et coll.
Université de Californie, San Diego, États-Unis

La reproduction (totale ou partielle) du BEH est soumise à l'accord préalable de Santé publique France. Conformément à l'article L. 122-5 du code de la propriété intellectuelle, les courtes citations ne sont pas soumises à autorisation préalable, sous réserve que soient indiqués clairement le nom de l'auteur et la source, et qu'elles ne portent pas atteinte à l'intégrité et à l'esprit de l'oeuvre. Les atteintes au droit d'auteur attaché au BEH sont passibles d'un contentieux devant la juridiction compétente.

Retrouvez ce numéro ainsi que les archives du Bulletin épidémiologique hebdomadaire sur <http://invs.santepubliquefrance.fr>

Directeur de la publication : François Bourdillon, directeur général de Santé publique France
Rédactrice en chef : Judith Benrekassa, Santé publique France, redaction@santepubliquefrance.fr
Rédactrice en chef adjointe : Jocelyne Rajnchapel-Messaï
Secrétariat de rédaction : Marie-Martine Khamassi, Farida Mihoub
Comité de rédaction : Juliette Bloch, Anses; Isabelle Bonmarin, Santé publique France; Sandrine Danet, HCAAM; Cécile Durand/Damien Mouly, Cire Occitanie; Bertrand Gagnière, Cire Ouest; Isabelle Grémy, ORS Île-de-France; Romain Guignard, Santé publique France; Françoise Hamers, Santé publique France; Nathalie Jourdan-Da Silva, Santé publique France; Valérie Olié, Santé publique France; Sylvie Rey, Drees; Hélène Therre, Santé publique France; Philippe Tuppin, ChamTS; Sophie Vaux, Santé publique France; Agnès Verrier, Santé publique France; Isabelle Villena, CHU Reims.
Santé publique France - Site Internet : <http://www.santepubliquefrance.fr>
Préresse : Jouve
ISSN : 1953-8030

CANICULES : S'Y PRÉPARER TOUJOURS MIEUX
// HEAT WAVES : THE NEED FOR ONGOING PLANNING

Professeur Jean-Louis San Marco

Bientôt quinze ans qu'une canicule a frappé la France, l'été 2003. Les travaux et les publications la concernant ont été nombreux, souvent de valeur. Ce numéro du BEH illustre la manière dont les différentes disciplines se mobilisent pour construire des stratégies de prévention cohérentes sur le court et le long-terme. Les connaissances issues de l'épidémiologie (V. Wagner et coll., A. Gasparrini) et de la surveillance (M. Pascal et coll., J. Pouey et coll.) alimentent et complètent les réflexions sur la prévention (P. Valois et coll., T. Benmarhnia et coll.). L'ensemble s'inscrit dans une logique interdisciplinaire et internationale.

Il est temps de faire un point d'étape, après les premières répliques rencontrées depuis 2003, afin de nous préparer à faire face aux prochains épisodes lourds, qu'on nous annonce imminents. Ce travail doit porter sur trois aspects, d'inégale importance :

- une analyse des décisions prises et de l'organisation retenue pour que la survenue de températures du même niveau, voire plus élevées, n'entraîne pas de conséquences sanitaires aussi lourdes ;
- une réflexion sur les raisons de l'impact sanitaire particulièrement lourd d'un épisode climatique certes marqué par des écarts thermiques importants, mais sans que les températures observées aient atteint celles de zones moins tempérées que la nôtre et que nombre d'entre nous visitent régulièrement sans conséquence néfaste ;
- un essai de prospective sur nos réponses sanitaires dans de telles circonstances.

Le plan national canicule

L'histoire des canicules est, dans les pays tempérés où elles sont survenues au XX^e siècle, remarquablement uniforme : le premier épisode reconnu n'est jamais le premier survenu en ce lieu. Le seul progrès, alors, est que la surmortalité liée à la chaleur est enfin admise, mais l'impact sanitaire de cet épisode est toujours mal géré : à Marseille en 1983, Athènes en 1987, Chicago en 1994... la liste des échecs est longue. La France en 2003 a suivi cette règle. Il faut sans doute attribuer la mauvaise gestion du premier épisode reconnu à cet aveuglement initial. Car la gestion des conséquences sanitaires d'une canicule n'est finalement pas très complexe : refroidir les personnes exposées, favoriser leur transpiration, la remplacer si elle s'effondre. Il semble qu'il nous faille surtout vaincre un aveuglement universel : de la chaleur estivale nous n'attendions que des bienfaits. Parmi la dizaine de canicules

survenues en France au XX^e siècle, celle de 1911 avait pourtant fait 40 000 victimes, reconnues seulement un siècle plus tard !

Après la prise de conscience, la défense s'organise, extraordinairement diverse mais avec une certaine efficacité, observée dès l'épisode suivant : à Marseille, la solidarité de proximité a été privilégiée, à Athènes, la circulation automobile en centre-ville a été interdite, supprimant l'îlot de chaleur urbain et facilitant la circulation des secours, à Chicago, les personnes à risque (personnes âgées et isolées) ont été recensées et autoritairement rassemblées dans des lieux frais dès le début de l'épisode chaud suivant... En France, le Directeur général de la santé a convaincu le Gouvernement d'élaborer un plan national canicule (PNC), mis en œuvre dès 2004 et visant à l'instantanéité des recueils d'informations climatiques et sanitaires comme des interventions, sur l'ensemble du territoire. Le PNC a regroupé autour de Météo-France, de l'InVS et de l'Inpes⁽¹⁾ l'ensemble des ministères impliqués dans la santé (Intérieur, Travail, Transports, Agriculture, Sports...). Il a mobilisé l'ensemble des services décentralisés de l'État, sous l'autorité du préfet. Et donné naissance à des recommandations, destinées à tous les intervenants potentiels, ciblant toutes les sous-populations et toutes les circonstances possibles, de façon à généraliser les bonnes réponses.

Ce plan est mis en œuvre chaque été depuis 2004 et des retours d'expérience réunissant tous ses acteurs sont réalisés chaque année, en fonction des circonstances. Il a montré son efficacité (et ses limites) lors des épisodes caniculaires de 2006, 2015, 2016 et 2017.

Pourquoi un tel bilan sanitaire en 2003 ? Peut-on l'améliorer radicalement ?

L'homéothermie qui caractérise l'être humain entraîne des échanges thermiques permanents avec le milieu ambiant. La chaleur s'écoule passivement du milieu le plus chaud vers le moins chaud. Dans nos régions, cet échange se fait presque toujours du corps vers le milieu extérieur, et il ne disparaît en France métropolitaine que pour une température extérieure supérieure à 35°C. Cette perte explique en grande partie le coût énergétique global de l'homéothermie : l'énorme majorité de la chaleur produite pour maintenir fixe la température centrale se disperse dans l'atmosphère.

Il existe une zone thermique, entre 17 et 20°C en France, pour laquelle les échanges sont réduits au minimum ; dès que l'on sort de cette zone, l'organisme

⁽¹⁾ Devenu Santé publique France depuis le 1^{er} mai 2016.

modifie l'importance des échanges. En cas de chaleur ambiante, l'augmentation des pertes repose sur deux processus conjoints : accélération du débit circulatoire et vasodilatation périphérique, l'hypervascularisation des extrémités augmentant l'écoulement de la chaleur vers l'extérieur. Lorsque l'augmentation des pertes ne suffit plus, l'évaporation du sérum, capté par les glandes sudoripares, refroidit activement l'organisme. Défenses passives facilement mobilisables et mise en jeu de la transpiration dès que le besoin s'en fait sentir.

Ce ne sont que des températures inhabituellement élevées qui peuvent se révéler dangereuses, dans deux circonstances différentes de très inégale importance. La première est le manque de compensation hydrique immédiate chez une personne qui transpire, exposée à cette forte chaleur, qui peut déboucher sur une déshydratation. Cette complication assez rare a pratiquement disparu depuis que la connaissance de la transpiration, ses modalités et ses besoins a été généralisée dans notre population. En revanche, la transpiration s'épuise au bout de 48 heures de stimulation ininterrompue chez les personnes les plus âgées. Une femme est vieille, de ce point de vue, dès 65 ans, un homme à partir de 75 ans. Ce qui représente un énorme gisement de personnes vulnérables. Nous ignorions cela en 2003, et les 3^e et 4^e âges ont payé cette ignorance au prix fort. Autre ignorance aujourd'hui corrigée : cette protection physiologique, qui mérite d'être entretenue, peut être remplacée assez facilement lorsqu'elle est débordée (en raison de l'âge par exemple) par une évaporation d'eau déposée sur la peau. Certes, il n'y a pas ici de dilatation du fluide ni d'évaporation obligatoire, comme celle du sérum comprimé dans les glandes sudoripares puis dilaté à la sortie des pores. Mais on est en atmosphère chaude, propice à l'évaporation. Laquelle peut être favorisée et entretenue par un léger courant d'air, qui chasse la vapeur d'eau au fur et à mesure de son apparition et interdit sa condensation : est ainsi obtenu, simplement, un outil de rafraîchissement de secours particulièrement efficace. Cette modalité protectrice était largement inconnue en 2003.

Enfin, l'activité physique produisant de la chaleur, elle constitue un facteur de risque important et souvent sous-estimé. Les travailleurs sont particulièrement concernés par ce risque, qui mérite une prévention adaptée.

Il demeure que les personnes les plus vulnérables sont les personnes isolées et incapables de procéder par elles-mêmes à cette défense simple : déposer un film d'eau sur la peau de leurs membres et en favoriser l'évaporation à l'aide d'un ventilateur. Si nous voulons gagner nos prochaines batailles contre une chaleur excessive, il faudra recenser et protéger ces personnes, les déplacer vers des logements plus frais si c'est possible, sinon refroidir leur lieu de vie ou enfin leur fournir un soutien extérieur pendant les heures chaudes, tout au long de l'épisode caniculaire. Ces trois solutions sont toutes difficiles à mettre sur pied, à des titres divers. Mais elles sont la clé de nos succès à venir.

À quoi nous attendre, à court et moyen terme ?

Nous n'éviterons pas, dans un avenir proche, un ou plusieurs épisodes caniculaires équivalents à celui de 2003, voire pires. Et certains annoncent le pire sur le plan sanitaire. Mais nous ne sommes plus dans l'état de sidération qui était le nôtre il y a 15 ans. Nous avons compris ce qui nous frappait, nous avons appris à nous défendre et nous sommes organisés. Ces dernières années, il n'a pas été observé de surmortalité massive pendant les vagues de chaleur. Il ne faut pas croire qu'il en sera toujours ainsi, mais nous pouvons espérer faire mieux encore. On peut se fixer un objectif « zéro mort » et tenter de l'atteindre rapidement. Car nous connaissons bien le fonctionnement de la transpiration, nous savons l'entretenir quand c'est possible et surtout la remplacer quand elle s'effondre, chez les plus âgés. Outre une surveillance des tableaux cliniques observés lors des prochaines canicules, il faudra porter attention aux tableaux d'hyponatrémie, preuve éventuelle d'une erreur thérapeutique persistante et d'une réhydratation abusive chez des sujets souffrant d'hyperthermie. Différencier rapidement, lors d'une canicule, de quoi souffre une personne âgée en mauvais état (déshydratation ou hyperthermie) permettra de lui appliquer le traitement adapté et de nous rapprocher de cet objectif ambitieux.

Les prochaines canicules seront un bon test de l'efficacité d'une mobilisation nationale recherchant la participation de tous (autour des sujets exposés et de leurs aidants). Une forte chaleur est la seule agression environnementale vis-à-vis de laquelle nous disposons d'une défense physiologique, susceptible d'être aisément remplacée : nous pouvons gagner ! ■

Pour en savoir plus

Toulemon L, Barbieri M, Nizard A. Écarts de température et mortalité en France. Rapport scientifique. Paris: Institut national d'études démographiques; 2006, Documents de travail n°138. 90 p.

Besancenot JP. Notre santé à l'épreuve du changement climatique. Paris: Delachaux et Niestlé; 2007. 222 p.

Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, et al. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multicountry observational study. *Lancet*. 2015;386(9991):369-75.

Le Roy Ladurie E, Rousseau D. Impact du climat sur la mortalité en France de 1680 à l'époque actuelle. *La Météorologie*. 2009;(54):43-53.

Rau R. Seasonality in human mortality: A demographic approach. Rostock: University of Rostock; 2005. 345 p.

Rousseau D. Surmortalité des étés caniculaires et surmortalité hivernale en France. *Climatologie*. 2006;(3):43-54.

Todd N, Valleron AJ. Space-time covariation of mortality with temperature: A systematic study of deaths in France, 1968-2009. *Environ Health Perspect*. 2015;123(7):659-64.

Citer cet article

San Marco JL. Éditorial. Canicules : s'y préparer toujours mieux. *Bull Epidémiol Hebd*. 2018;(16-17):318-9. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2018/16-17/2018_16-17_0.html

ÉVOLUTION DES VAGUES DE CHALEUR ET DE LA MORTALITÉ ASSOCIÉE EN FRANCE, 2004-2014 // EVOLUTION OF HEAT WAVES AND ASSOCIATED MORTALITY IN FRANCE, 2004-2014

Vérène Wagner¹ (verene.wagner@santepubliquefrance.fr), Aymeric Ung¹, Catherine Calmet², Mathilde Pascal¹

¹ Santé publique France, Saint-Maurice, France

² Météo-France, Saint-Mandé, France

Soumis le 23.01.2018 // Date of submission: 01.23.2018

Résumé // Abstract

Introduction – Suite à la vague de chaleur de 2003, la France a mis en place un plan national canicule destiné à réduire les impacts sanitaires des vagues de chaleur. L'objectif de cette étude est de décrire la surmortalité observée pendant les vagues de chaleur survenues depuis la mise en place de ce plan.

Méthode – Une vague de chaleur est définie comme une période où les températures minimum et maximum, moyennées sur trois jours, atteignent ou dépassent simultanément des seuils d'alerte départementaux. La surmortalité est estimée comme la différence entre la mortalité observée durant la vague de chaleur plus les trois jours suivants et une mortalité de référence calculée pour les mêmes jours des années précédentes.

Résultats – Entre 2004 et 2014, 196 vagues de chaleur ont été identifiées au niveau départemental. Une surmortalité de moins de 10% a été observée pour la majorité d'entre elles. Toutefois, une surmortalité de près de 40% a été relevée pour certaines vagues de chaleur, et l'impact total est important : 1 562 décès en excès sur l'ensemble des périodes de dépassement des seuils, la majorité de ces décès en excès ayant été observée en 2006.

Conclusion – Dans les prochaines années, la multiplication des vagues de chaleur, qui semble inévitable, incite à inscrire la prévention dans une démarche plus large d'adaptation au changement climatique.

Introduction – Following the heat wave of 2003, France implemented the National Heat Wave Plan to reduce the health impacts of heat waves. This study aimed at proposing a descriptive analysis of the excess mortality observed during heat waves since the implementation of this plan.

Method – A heat wave is defined as a period when the minimum and maximum temperatures, averaged over three days, simultaneously reach or exceed departmental alert thresholds. Excess mortality is estimated as the difference between the mortality observed during the heat wave and the following three days, and a reference mortality calculated for the same days of previous years.

Results – Between 2004 and 2014, 196 departmental heat waves were identified. Excess mortality of less than 10% was observed for the majority of heat waves. However, an excess mortality of nearly 40% was observed for some heat waves, and the total impact was significant: 1,562 deaths in excess over periods of threshold exceedance, the majority of these deaths in excess being observed in 2006.

Conclusion – In the coming years, the increasing number of heat waves seems inevitable and prompts the inclusion of prevention in a broader approach to adaptation to climate change.

Mots-clés : Vague de chaleur, Surmortalité, Température, Évolution climatique

// **Keywords**: Heatwave, Excess mortality, Temperature, Climatic evolution

Introduction

La vague de chaleur exceptionnelle de l'été 2003 a entraîné une surmortalité estimée à près de 15 000 décès entre le 1^{er} et le 20 août 2003¹. Suite à cet épisode et dès 2004, la France a mis en place un plan national canicule (PNC), destiné à réduire les impacts sanitaires des vagues de chaleur. Ce plan s'appuie sur le système d'alerte canicule et santé (Sacs) piloté par Santé publique France, dont l'objectif est d'anticiper les vagues de chaleur susceptibles d'avoir un impact sanitaire majeur. Chaque jour, dans chaque département métropolitain, le niveau de risque est évalué par Météo-France en comparant les prévisions d'indicateurs météorologiques

avec des seuils d'alerte départementaux. Ces seuils ont été définis sur la base d'une analyse historique et visent à anticiper des vagues de chaleur susceptibles d'être associées à une surmortalité d'au moins 50%^{2,3}. Si les prévisions des indicateurs météorologiques indiquent un risque suffisamment élevé d'atteindre ou de dépasser les seuils d'alerte sur une période minimale de trois jours, une alerte peut être déclenchée par le préfet du département. Parallèlement, la surveillance d'indicateurs sanitaires (décès, appels à SOS Médecins, fréquentation des services d'urgences hospitaliers toutes causes et pour des pathologies en lien avec la chaleur) permet d'apprécier l'impact éventuel pour que les services concernés (santé, gestion, communication, etc.)

puissent ajuster les mesures de gestion⁴ (voir l'article de M. Pascal et coll. dans ce numéro).

Les périodes d'alerte canicule sont donc anticipées à partir de prévisions météorologiques et d'une analyse de la situation menée par différents acteurs (Météo-France, préfets, Santé publique France) afin de protéger au mieux la population. Elles sont souvent plus longues que les périodes de dépassements effectifs des seuils d'alerte. Il est donc intéressant de réaliser des bilans sur des périodes définies par l'observation des dépassements pour compléter les bilans réalisés chaque été.

L'objectif de cette étude est de réaliser un bilan descriptif de l'ensemble de la surmortalité observée pendant les vagues de chaleur depuis la mise en place du PNC.

Méthode

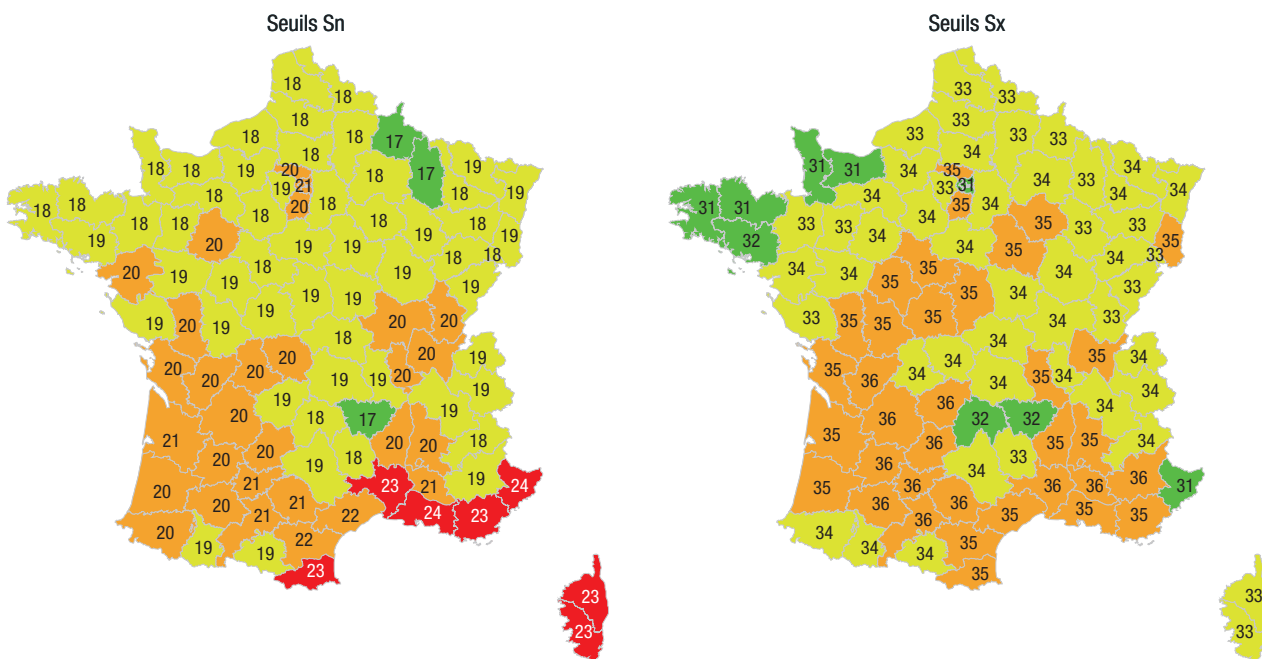
Les analyses ont porté sur la mortalité journalière toutes causes et tous âges, obtenue auprès du Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (CepiDC) pour chaque département et pour chaque année de 2004 à 2014. Les températures minimales et maximales journalières ont été obtenues auprès de Météo-France pour la même période pour chacune des stations départementales de référence du Sacs. Ces stations sont choisies par Météo-France sur des critères de qualité de mesure, d'homogénéité de la série de données sur plusieurs années et de représentativité de l'exposition de la majorité de la population du département.

La définition d'une vague de chaleur correspond à celle du Sacs. Le début d'une vague de chaleur correspond au premier jour où les indicateurs météorologiques du Sacs (moyenne sur trois jours glissants des températures minimales et maximales) ont atteint ou dépassé les seuils d'alerte (figure 1). La fin d'une vague de chaleur est le dernier jour d'atteinte ou de dépassement de ces seuils. S'agissant d'un objectif descriptif, les périodes sont calculées sur des températures observées et non sur des prévisions. Il peut donc y avoir des différences entre les périodes identifiées dans cet article et celles pendant lesquelles des alertes canicules ont réellement eu lieu. Enfin, le Sacs ayant connu quelques évolutions pour prendre en compte des ajustements ponctuels, les stations de référence et les seuils utilisés ici sont ceux de 2016. Par la suite, dans un souci de simplification, l'expression « vague de chaleur » est utilisée au sens de « vague de chaleur selon les critères du Sacs 2016 appliqués aux températures observées, à l'échelle départementale ».

La surmortalité est calculée sur la durée de la vague de chaleur plus trois jours pour prendre en compte d'éventuels effets décalés^{5,6}. Elle correspond à la différence entre la mortalité observée et la moyenne des décès observés pendant la même période sur les N années précédentes. Si des vagues de chaleur sont identifiées dans ces années, elles sont exclues du calcul de la mortalité de référence. Plusieurs valeurs de N, entre 1 et 5 ans, sont utilisées, ce qui permet d'apprécier la sensibilité de l'estimation par rapport au choix de la référence et de fournir une valeur centrale (moyenne des valeurs obtenues) et une fourchette des estimations (minimum et maximum des valeurs obtenues)⁴.

Figure 1

Seuils des indicateurs météorologiques utilisés en 2016



Sn : seuil pour la moyenne sur trois jours des températures minimales en °C. Sx : seuil pour la moyenne sur trois jours des températures maximales en °C.

Résultats

De 2004 à 2014, 196 vagues de chaleur ont été identifiées. Une même année, plusieurs vagues de chaleur ont pu être observées dans un même département et 18 départements n'ont connu aucune vague de chaleur sur cette période. Des vagues de chaleur sont observées chaque année, mais 2006 se distingue avec 76 vagues de chaleur réparties sur 65 départements (tableau 1).

Les départements des Alpes-Maritimes (06) et du Rhône (69) ont été les plus impactés, avec respectivement 8 vagues de chaleur d'une durée totale de 42 jours et 10 vagues de chaleur correspondant à 58 jours (figure 2).

Au total, 101 vagues de chaleur ont duré 3 jours, 66 ont persisté de 4 à 7 jours et 29 de 8 à 12 jours. Les plus longues (12 jours) ont été relevées dans les départements des Landes (40), du Rhône (69),

Tableau 1

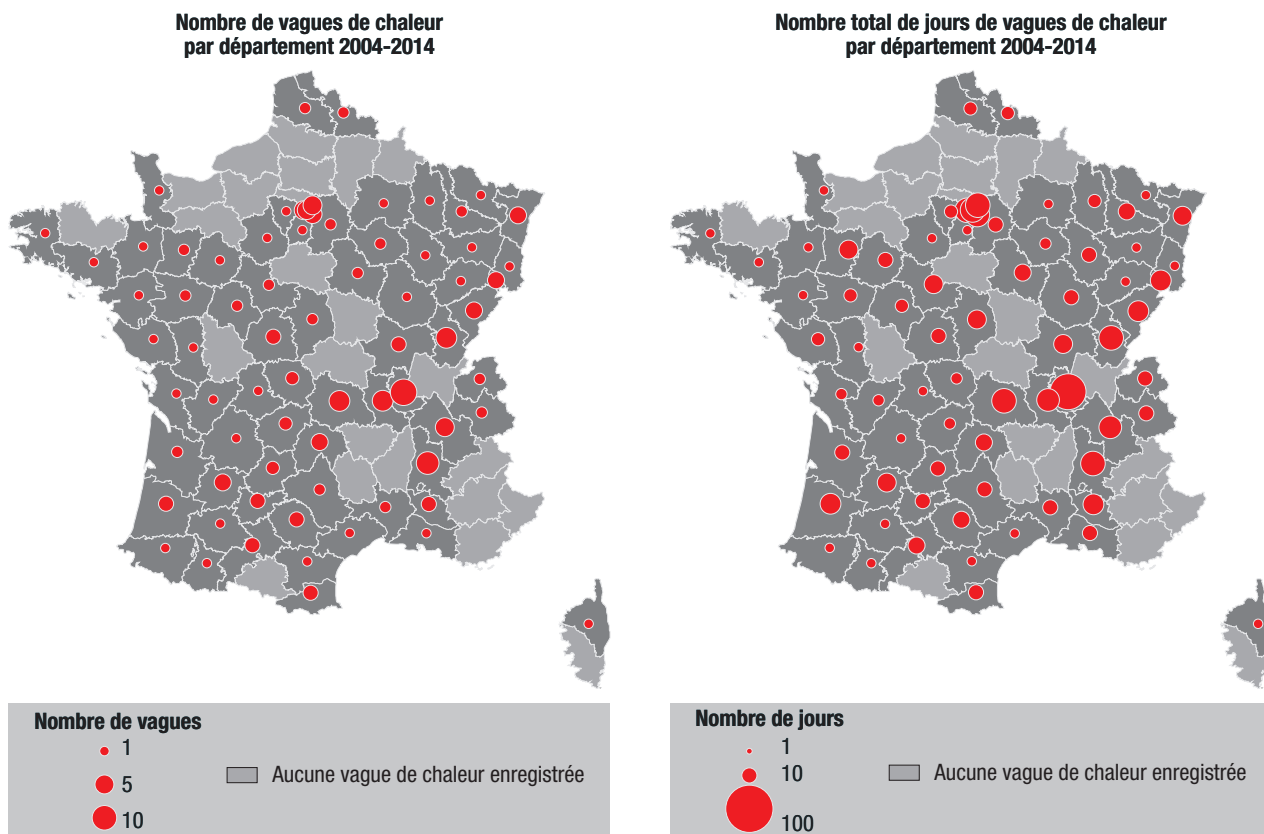
Nombre de vagues de chaleur, nombre de jours de vagues de chaleur, nombre de départements affectés par une vague de chaleur et nombre de décès en excès par année, France, 2004-2014

Année	Nombre de vagues de chaleur	Nombre de jours de vagues de chaleur*	Nombre de départements concernés par au moins une vague de chaleur	Décès en excès Moy [Min;Max]*
2004	3	9	3	-2 [-9;7]
2005	17	59	12	0 [-9;111]
2006	76	462	65	1 011 [538;1 613]
2007	1	3	1	5 [3;6]
2008	1	3	1	15 [7;22]
2009	13	45	13	79 [-3;136]
2010	14	63	14	246 [174;324]
2011	18	68	18	63 [-61;174]
2012	26	99	26	-34 [-185;110]
2013	22	76	21	99 [-68;203]
2014	5	15	5	80 [64;101]

* Cumul sur les départements concernés.

Figure 2

Nombre de vagues de chaleur et nombre total de jours de vagues de chaleur par département, France, 2004-2014



Source : Données Météo-France, retraitements Santé publique France, 2017 ; Fond cartographique d'après Ign-GéoFLA, 2016 ; Santé publique France, 2017.

de Paris (75), des Hauts-de-Seine (92), de Seine-Saint-Denis (93) et du Val-de-Marne (94) en 2006.

Sur l'ensemble des 196 vagues de chaleur, une surmortalité de 1 562 ([Min: 364; Max: 2 808]) décès a été observée. La majorité de ces décès en excès concerne l'année 2006, avec 1 011 [Min: 538; Max: 1 613] décès en excès, soit 65% de la totalité des décès en excès (tableau 1).

Une surmortalité de moins de 10% a été observée pour les deux tiers des vagues de chaleur (125 sur 196). Aucune surmortalité supérieure à 50% n'a été constatée (tableau 2).

Tableau 2

Répartition du nombre de vagues de chaleur selon le niveau de surmortalité, France, 2004-2014

Surmortalité (%)	Nombre de vagues de chaleur
≤10	125
]10-20]	42
]20-30]	17
]30-40]	10
]40-50]	2

Les vagues de chaleur associées aux plus forts impacts sont décrites dans le tableau 3. La plupart de ces épisodes se sont produits en 2006 et étaient plutôt de courte durée (3 à 8 jours).

Discussion

Entre 2004 et 2014, 196 vagues de chaleur ont été identifiées dans les départements de France métropolitaine. Elles correspondent à des épisodes où l'on s'attend *a priori* à observer une surmortalité en lien avec la chaleur. Une surmortalité de moins de 10% est observée pour la majorité des épisodes, et aucune surmortalité supérieure à 50% n'a été relevée. Une surmortalité de près de 40% est toutefois observée pour certaines vagues de chaleur.

Tableau 3

Caractéristiques des vagues de chaleur ayant résulté en une surmortalité supérieure à 30%, France, 2004-2014

Date	Départements	Durée (jours)	Écarts aux seuils des indicateurs météorologiques min/max (°C)	Décès en excès Moy [Min;Max]	%
Juillet 2006	Drôme (26)	3	0/0	21 [17;26]	39
	Eure-et-Loir (28)	3	0/0	16 [13;21]	35
	Marne (51)	3	0/0	23 [17;34]	36
	Meuse (55)	8	0/0	19 [16;28]	38
	Pyrénées-Orientales (66)	5	1/0	33 [28;41]	39
	Pyrénées-Orientales (66)	3	1/0	34 [31;36]	45
	Bas-Rhin (67)	8	0/0	68 [59;76]	30
	Vaucluse (84)	3	0/0	22 [19;26]	32
Août 2009	Cantal (15)	3	0/0	8 [7;10]	31
	Jura (39)	4	0/1	13 [10;20]	32
Juillet 2013	Mayenne (53)	3	0/0	16 [13;21]	41
Juillet 2014	Val de Marne (94)	3	0/2	42 [40;44]	34

L'impact total en termes de décès est important, avec 1 562 décès en excès sur l'ensemble de la période, en majorité survenus en 2006.

Ces estimations sont différentes de celles qui ont pu être produites dans d'autres études, notamment pour 2006⁷. Le choix fait ici était de restreindre les périodes et les zones aux départements et aux jours de dépassements effectifs des seuils d'alertes. La température ayant un impact dès les chaleurs modérées⁵, un impact plus important est attendu lorsqu'on étend la période et la zone d'étude. La définition des vagues de chaleur utilisée ici ne quantifie que l'impact des événements *a priori* les plus graves, mais pas l'impact total de la chaleur. Elle s'inscrit dans une logique d'alerte, justifiée par une « rupture » observée entre l'impact de la chaleur ordinaire, des fortes chaleurs et des événements les plus extrêmes, qui justifient la mise en place d'actions ciblées sur les événements les plus intenses. Une étude menée sur 18 villes métropolitaines pour la période 2000-2010 a ainsi mis en évidence une augmentation de la mortalité dans les trois premiers jours suivant une température modérée (températures comprises entre les percentiles 75 et 90 environ), suivie par une sous-mortalité ou « effet moisson » dans les 21 jours suivants. Cet effet moisson diminue pour des chaleurs plus intenses (> percentiles 90) et finit par disparaître complètement pour la chaleur très intense (> percentiles 99,8)⁵.

La méthode utilisée pour estimer la surmortalité observée pendant les vagues de chaleur ne permet pas de quantifier la surmortalité attribuable aux températures. La limite de cette méthode est de supposer par ailleurs qu'aussi bien l'effectif de la population que ses taux de mortalité n'ont pas évolué au cours de N années précédentes. Ces hypothèses peuvent, sur une courte période, être approximativement justifiées.

D'autre part, ce type d'étude ne permet pas de conclure dans quelle mesure le PNC permet

de diminuer la surmortalité pendant ces épisodes. L'évaluation de l'efficacité du PNC ne peut être réalisée uniquement en comparant et en décrivant l'impact sur la mortalité des vagues de chaleur successives. Chaque épisode présente en effet trop de spécificités (précocité, intensité, historique des événements précédents, mesures mises en œuvre) pour que des différences entre épisodes puissent être interprétées de manière simple. Un ensemble d'études complémentaires devrait être mis en œuvre pour mesurer l'efficacité en terme d'acceptabilité, de mesures mises en œuvre, d'impact sur le recours aux soins, sur la mortalité et sur la modification de la relation température-mortalité.

Depuis la mise en œuvre du PNC, aucune vague de chaleur équivalente à celle de 2003 n'est survenue. À l'échelle nationale, la plus sévère a été observée du 10 au 30 juillet 2006. Elle est aussi la deuxième plus longue période de chaleur après celle du 9 au 31 juillet 1983 (figure 3). Depuis 2004, on observe une extension géographique et calendaire des vagues de chaleur. Depuis 2014, trois étés atypiques se sont ainsi succédé. En 2015, la France a connu trois épisodes caniculaires, dont le premier marqué par sa précocité (29 juin-8 juillet), son intensité avec des températures maximales qui ont souvent dépassé 35°C, avec des pointes à 40°C, et son étendue avec 42 départements concernés. En 2016, pour la première fois, il a été nécessaire de prolonger l'activation du dispositif jusqu'au 15 septembre. L'été 2017 s'est quant à lui caractérisé par une vague de chaleur précoce (18-22 juin) et 67 départements en vigilance orange au plus fort de l'épisode. En 2017, certains départements ont été placés en vigilance orange pour la première fois depuis la mise en place du PNC, comme par exemple la Corse, qui a connu en 2017 une vague

de chaleur plus intense qu'en 2003. La surmortalité observée lors de ces vagues de chaleur a fait l'objet de premières estimations sur la base d'un échantillon de 3 000 communes. Les résultats, qui devront être confirmés avec les données du CepiDC, semblent montrer un impact important en 2015 (voir l'article de M. Pascal et coll. dans ce numéro).

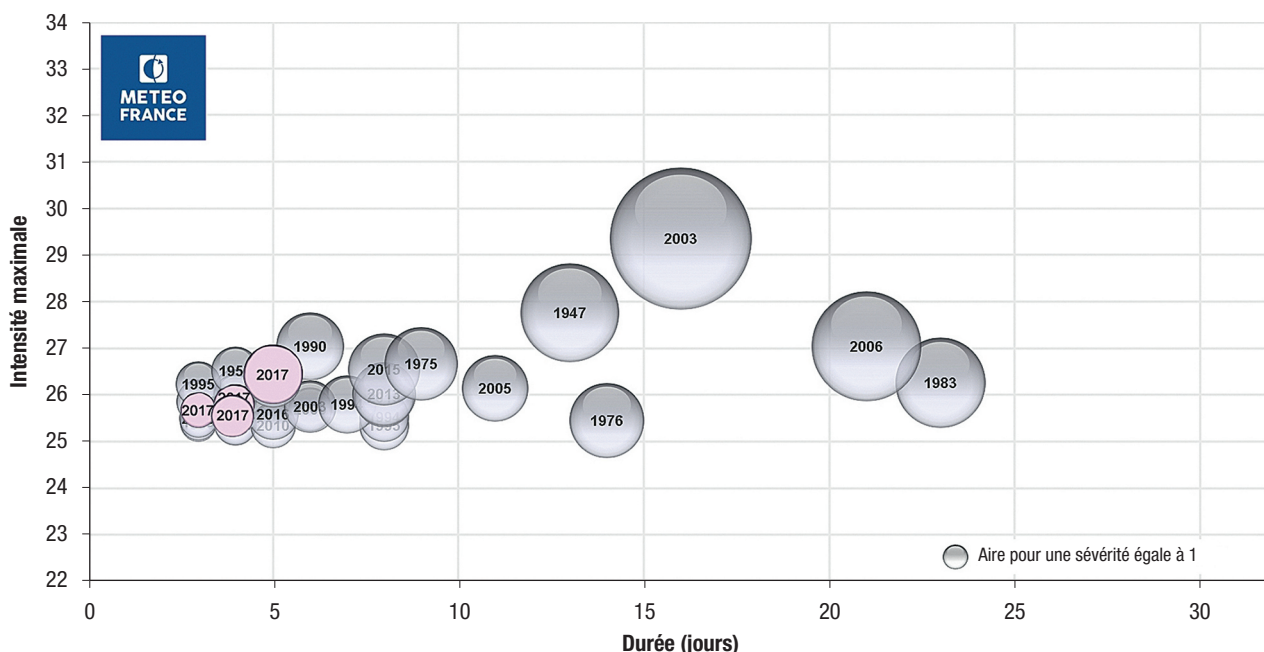
Selon les scénarios d'émission de gaz à effet de serre (GES) du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec), l'intensité, la durée et surtout la période de survenue des vagues de chaleur évolueront plus ou moins rapidement. Pour l'horizon 2021-2050, il y a peu de différence entre les scénarii. Au-delà de 2050, les vagues de chaleur seront, en cas d'accroissement des GES, plus intenses, plus durables, plus précoces (dès le mois de mai) et/ou plus tardives (jusqu'en octobre). Ainsi, sous le scénario le plus pessimiste envisagé par le Giec (RCP 8.5), les vagues de chaleur pourraient devenir deux à trois fois plus nombreuses d'ici le milieu du XXI^e siècle, puis cinq à six fois plus nombreuses à la fin du siècle. Un peu moins de 10% des vagues de chaleur observées pourraient être au moins aussi sévères que celle de 2003 au milieu du XXI^e siècle. À la fin du XXI^e siècle, plus de 10% des vagues de chaleur pourraient être nettement plus sévères que la vague de chaleur 2003 (figure 4).

On pourrait ainsi observer en moyenne à l'horizon 2021-2050 :

- près d'une vague de chaleur par an ;
- un épisode au moins aussi sévère qu'en 2015 tous les trois ans ;
- une vague de chaleur au moins aussi sévère qu'en 2006 tous les huit ans ;

Figure 3

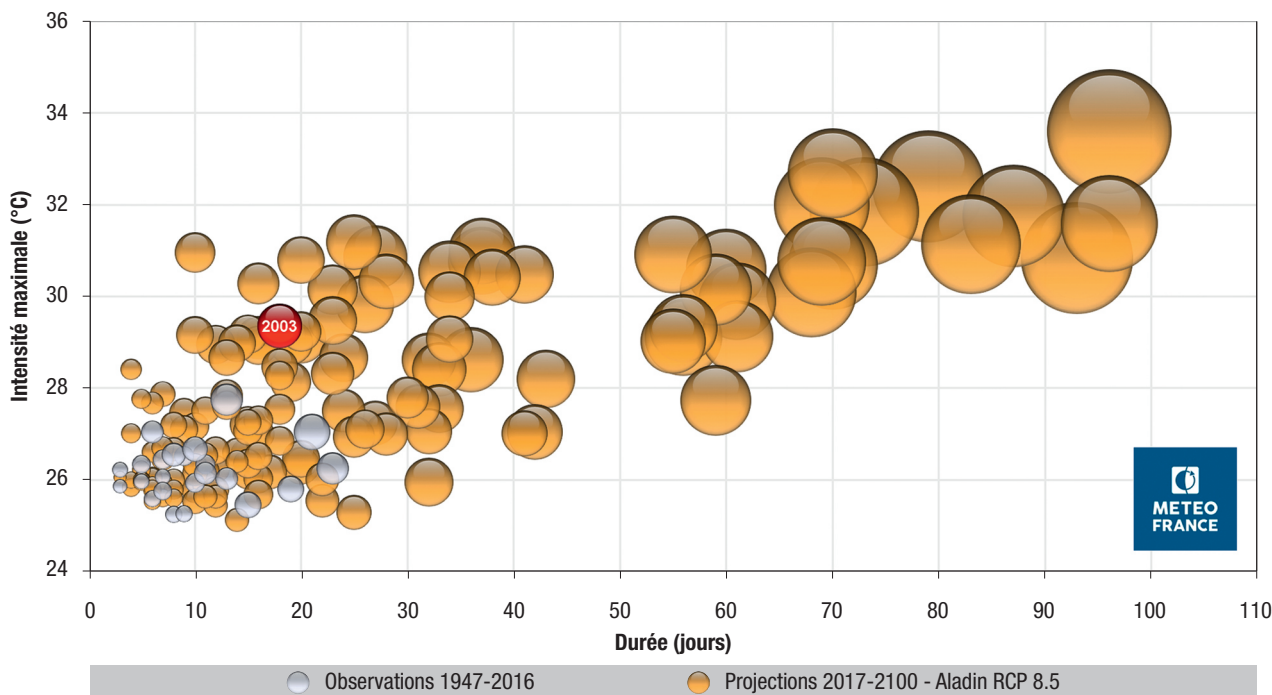
Vagues de chaleur observées en France métropolitaine de 1947 à 2017



Source : Météo-France.

Figure 4

Vagues de chaleur observées en France métropolitaine de 1947 à 2017 et projections 2017-2100



Source : Météo-France.

- une vague de chaleur au moins aussi sévère qu'en 2003 tous les quinze ans.

Et à l'horizon 2050-2100 :

- presque trois vagues de chaleur par an ;
- presque deux épisodes au moins aussi sévères qu'en 2015 par an ;
- une vague de chaleur au moins aussi sévère qu'en 2006 tous les ans ;
- une vague de chaleur au moins aussi sévère qu'en 2003 plus d'une année sur deux.

Dans les prochaines années, la multiplication des vagues de chaleur semble donc inévitable et incite à inscrire la prévention de leurs impacts sanitaires dans une démarche plus large d'adaptation au changement climatique. ■

Références

[1] Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, Guihenneuc-Jouyau C, *et al.* Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health.* 2006;80(1):16-24.

[2] Pascal M, Laaidi K, Ledrans M, Baffert E, Caserio-Schönemann C, Le Tertre A, *et al.* France's heat health watch warning system. *Int J Biometeorol.* 2006;50(3):144-53.

[3] Pascal M, Wagner V, Le Tertre A, Laaidi K, Honore C, Benichou F, *et al.* Definition of temperature thresholds: The example of the French heat wave warning system. *Int J Biometeorol.* 2013;57(1):21-9.

[4] Antics A, Pascal M, Laaidi K, Wagner V, Corso M, Declercq C, *et al.* A simple indicator to rapidly assess the short-term impact of heat waves on mortality within the French heat warning system. *Int J Biometeorol.* 2013;57(1):75-81.

[5] Corso M, Pascal M, Wagner V. Impacts de la chaleur et du froid sur la mortalité totale en France entre 2000 et 2010. *Bull Epidemiol Hebd.* 2017;(31):634-40. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=13592

[6] Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, *et al.* Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multicountry observational study. *Lancet.* 2015;386(9991):369-75.

[7] Fouillet A, Rey G, Wagner V, Laaidi K, Empereur-Bissonnet P, Le Tertre A, *et al.* Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave. *Int J Epidemiol.* 2008;37(2):309-17.

Citer cet article

Wagner V, Ung A, Calmet C, Pascal M. Évolution des vagues de chaleur et de la mortalité associée en France, 2004-2014. *Bull Epidemiol Hebd.* 2018;(16-17):320-5. http://invs.sante publiquefrance.fr/beh/2018/16-17/2018_16-17_1.html

PRINCIPAUX ENSEIGNEMENTS DE LA SURVEILLANCE SANITAIRE DES IMPACTS DES VAGUES DE CHALEUR DE 2015 À 2017 EN FRANCE

// LESSONS LEARNED FROM THE SURVEILLANCE OF THE HEALTH IMPACTS OF HEAT WAVES BETWEEN 2015 AND 2017 IN FRANCE

Mathilde Pascal (mathilde.pascal@santepubliquefrance.fr), Jamel Daoudi, Anne Fouillet, Annabelle Lapostolle, Pascal Empereur-Bissonnet, Jérôme Pouey, Olivier Retel, Marie-Michèle Thiam, Aymeric Ung

Santé publique France, Saint-Maurice, France

Soumis le 17.01.2018 // Date of submission: 01.17.2018

Résumé // Abstract

Depuis 2004, le ministère des Solidarités et de la Santé met en œuvre le plan national canicule, qui comporte un volet de vigilance et d'alerte météorologique et un volet de surveillance sanitaire. En cas de canicule, une surveillance sanitaire est mise en œuvre par Santé publique France pour identifier rapidement un impact inhabituel, afin d'adapter si besoin les mesures de gestion et pour contribuer aux retours d'expériences ainsi qu'à l'amélioration continue du plan.

Cet article décrit la surveillance effectuée sur 17 vagues de chaleur survenues entre 2015 et 2017. Une augmentation de la mortalité et du recours aux soins d'urgences pour pathologies liées à la chaleur a été observée sur l'ensemble de ces vagues de chaleur. La surmortalité estimée, par comparaison aux années précédentes, dans les départements et pendant les périodes concernées est de 18% en 2015, 13% en 2016 et 5% en 2017. Les vagues de chaleur ayant démarré en juin 2015 et 2017 semblent se caractériser par un recours plus important aux soins d'urgences pour pathologies liées à la chaleur chez les moins de 75 ans, avec des expositions possibles en milieux scolaires et professionnels.

Les impacts observés soulignent la nécessité de renforcer la prévention, en particulier en vigilance jaune, et plus globalement auprès des publics scolaires et professionnels. Enfin, la surveillance sanitaire n'a jamais conduit à modifier les décisions de vigilance prises sur la base des prévisions météorologiques. Elle constitue une aide à la décision, mais avec des limites fortes dans l'interprétation des données, et doit être complétée par des analyses plus détaillées.

Since 2004, the French Ministry of Health implements the National Heat Prevention Plan. This plan includes a meteorological heat warning system, and a health surveillance system. During heat waves, Santé publique France monitors health indicators to rapidly identify a possible unexpected impact, to adapt interventions if necessary, and to contribute to the on-going feedback and improvements of the plan.

This article describes this surveillance over 17 heat waves between 2015 and 2017. An increase in mortality and in heat-related morbidity was observed during those events. Excess mortality in the departments and during the heat wave periods was assessed by comparison to the previous years. It reached 18% in 2015, 13% in 2016 and 5% in 2017. Heat waves starting in June 2015 and 2017 seem to be associated with higher rates of heat-related emergency visits for people younger than 75 years old, possibly in relation with school and occupational exposure.

The observed impacts underline the need to reinforce prevention, especially during yellow warnings, and globally toward schools and workers. Finally, health surveillance never modified the warning decisions based on weather forecasts. It is useful for decision-making, but suffers from strong limitations in data interpretation, and must to be completed by more advanced analyses.

Mots-clés : Surveillance syndromique, Mortalité, Vague de chaleur

// **Keywords:** Syndromic surveillance, Mortality, Heat waves

Introduction

Les vagues de chaleur, c'est-à-dire les périodes de plusieurs jours pendant lesquelles la température est inhabituellement élevée, constituent un risque sanitaire. Depuis 2004, le ministère des Solidarités et de la Santé met en œuvre le plan national canicule (PNC), qui définit entre autres des seuils départementaux

de températures au-delà desquels une communication ciblée et une gestion coordonnée des mesures de prévention sont nécessaires pour éviter un impact potentiellement important^{1,2}.

Chaque année, du 1^{er} juin au 31 août (ou plus tôt et plus tard si nécessaire), Météo-France analyse quotidiennement le risque de dépasser les seuils

du PNC à partir des prévisions météorologiques, afin de classer les départements métropolitains selon les niveaux de vigilance canicule croissants, du vert (pas de risque de canicule) au rouge (canicule exceptionnelle)¹. Les préfetures prennent en compte les niveaux orange et rouge de la vigilance canicule pour déclencher des alertes canicules départementales. Le jaune est un niveau intermédiaire qui ne donne pas systématiquement lieu à une alerte.

En cas de vigilance jaune, orange ou rouge canicule, une surveillance sanitaire est mise en œuvre par Santé publique France pour répondre à deux objectifs : 1) identifier rapidement un impact inhabituel, afin d'adapter si besoin les mesures de gestion ou de prolonger la période d'alerte, 2) décrire, à distance des événements, les impacts observés, afin de contribuer aux retours d'expériences et à l'amélioration du PNC^{1,3}. Des bilans sur les évolutions des indicateurs de recours aux soins d'urgences, aux échelles régionales et nationales, sont régulièrement transmis aux autorités sanitaires pendant la durée de la vigilance, et un bilan global est réalisé à la fin de l'été.

Cet article décrit les systèmes et indicateurs utilisés pour la surveillance sanitaire et illustre leur application aux années 2015, 2016 et 2017. Ces trois dernières années, la France a connu de nombreuses vagues de chaleur, au cours desquelles plusieurs départements ont été placés en vigilance jaune ou orange canicule. Ces étés présentent certaines caractéristiques nouvelles, avec notamment des vagues de chaleur en juin et en septembre. Ils offrent la possibilité de discuter de l'intérêt et des limites de la surveillance sanitaire actuellement mise en place.

Méthodes

Indicateurs sanitaires

Les indicateurs sanitaires suivis par Santé publique France sont issus du système de surveillance sanitaire des urgences et des décès (SurSaUD®)⁴ mis en place en 2004 et du dispositif de veille « canicule et travail » mis en place en 2006 (tableau 1). Ils fournissent des indications sur le recours aux soins d'urgences pour des pathologies pouvant être directement liées à la chaleur (PLC), sur la mortalité totale et sur la santé au travail. Les indicateurs de recours aux soins d'urgences (passages aux urgences et consultations SOS Médecins) et de mortalité ont été sélectionnés sur des critères de réactivité, de sensibilité et de spécificité³.

Données météorologiques et vigilance canicule

Les données de températures observées dans les stations de référence départementales du système d'alerte canicule ont été obtenues auprès de Météo-France et les dates de vigilance verte, jaune ou orange canicule ont été extraites des cartes de vigilance produites quotidiennement à 16 heures.

Les données ont été collectées sur la période du 1^{er} juin au 31 août en 2015 et 2017, et jusqu'au 15 septembre en 2016, en raison d'une vague de chaleur tardive cette année-là.

Analyses

Les périodes de vague de chaleur sont définies comment allant du premier jour de vigilance jaune ou orange des premiers départements concernés au dernier jour des derniers départements concernés. Au sein de ces périodes, on distingue les périodes de vigilance et les périodes de dépassements effectifs des seuils météorologiques. Les périodes de vigilance intégrant des prévisions météorologiques et du jugement d'experts, elles ne correspondent pas toujours aux périodes qui auraient été définies à partir des températures observées.

L'article s'appuie sur les retours d'expériences des analyses quotidiennes réalisées par la cellule d'alerte complexe mise en place à Santé publique France en cas de canicule. Ces analyses sont résumées dans plusieurs points épidémiologiques nationaux (6 en 2015, 8 en 2016, 12 en 2017) et régionaux (59 en 2015, 60 en 2016, 123 en 2017)⁵. Des analyses complémentaires ont été réalisées pour décrire les évolutions des indicateurs de recours aux soins, en part dans l'activité globale codée, selon le niveau de vigilance des départements.

La surmortalité est estimée selon une méthode décrite par ailleurs⁶. Les résultats sont présentés pour les périodes de dépassements des seuils d'alerte, sur la base des températures observées, et agrégées sur les départements concernés par ces dépassements. Les résultats obtenus sur l'échantillon des 3 000 communes sont extrapolés à l'ensemble du territoire. Une analyse portant sur 2015 a montré une différence de moins de 1% entre l'estimation obtenue à partir des données exhaustives des décès et celles obtenues par extrapolation des données des 3 000 communes.

Résultats

Entre 2015 et 2017, 17 vagues de chaleur ont été observées, dont 5 notables par rapport aux années précédentes en termes de temporalité (juin, septembre), d'extension géographique ou de records locaux de chaleur (tableau 2).

Les retours d'expérience soulignent une bonne concordance entre les températures prévues, qui déterminent les périodes de vigilance, et observées. La confrontation des périodes de vigilance aux températures observées montre qu'il est très rare, mais possible, que les seuils soient dépassés lorsque le département est en vigilance verte (moins de 2% des jours). La fréquence de dépassements des seuils augmente avec le niveau de vigilance, mais n'est pas systématique. Par exemple, au maximum, pendant la vague de chaleur du 5 au 8 août 2015, les seuils n'ont été dépassés que dans la moitié des jours et des départements placés en vigilance orange (tableau 2).

Tableau 1

Indicateurs sanitaires surveillés par Santé publique France entre 2015 et 2017 dans le cadre du plan national canicule

Indicateurs	Source de données	Commentaires	Utilisation
Passages aux urgences pour hyperthermie/coup de chaleur, déshydratation ou hyponatrémie, tous âges et par classe d'âge	Réseau OSCOUR® (Organisation de la surveillance coordonnée des urgences)	Données disponibles à partir de J+1 Couverture de 92% des passages aux urgences au niveau national (variant de 56 à 100% selon les régions)	Aide à la décision, quotidienne Bilan post-épisodes
Consultations pour coup de chaleur ou déshydratation, tous âges et par classe d'âge	Associations SOS Médecins	Données disponibles à partir de J+1 95% des consultations des associations SOS Médecins, couvrant principalement des zones urbaines (environ 7% de la médecine ambulatoire)	Aide à la décision, quotidienne Bilan post-épisodes
Mortalité toutes causes, tous âges et par classe d'âge	Données de l'Insee collectées par les bureaux d'état-civil de 3 000 communes	Données disponibles à J+1 dès saisie du décès par la mairie. Données interprétables après 2 semaines, consolidées à partir de 4 semaines Les données couvrent près de 80% de la mortalité nationale (entre 67 et 89% selon les régions, et entre 40 et 98% selon les départements)	Bilan post-épisodes
Signalement d'événements de santé chez des travailleurs, en lien avec les fortes températures extérieures	Fiche standardisée transmise par le médecin du travail à la Direction générale du travail (DGT) par l'intermédiaire des médecins inspecteurs régionaux du travail	Données non exhaustives	Bilan post-épisodes
Décès survenus sur le lieu de travail et en lien suspecté avec la chaleur	Fiches « accident de travail mortel » de l'Inspection du travail pour les décès survenus sur le lieu de travail et en lien suspecté avec la chaleur	Depuis 2017 Remontée exhaustive des décès sur le lieu de travail	Bilan post-épisodes

Impacts sur les recours aux soins

Pendant les étés 2015, 2016 et 2017, 46 719 passages aux urgences et 11 026 consultations SOS Médecins pour PLC ont été recensés dans SurSaUD® pour la France métropolitaine. Le recours aux soins d'urgences pour PLC est observé tout au long de l'été, y compris en dehors des périodes de vigilance jaune ou orange canicule. Ces périodes hors vigilance regroupent respectivement 23%, 11% et 20% des passages aux urgences pour PLC et 35%, 13% et 33% des consultations SOS Médecins pour PLC en 2015, 2016 et 2017. Les pics de recours aux soins d'urgence pour PLC correspondent aux périodes où une large part de la population est concernée par une vigilance canicule (figure 1).

À tous les âges, la part des recours aux soins pour PLC parmi l'activité totale codée augmente avec le niveau de vigilance. Elle est plus importante pour les consultations SOS Médecins, sauf en 2016 chez les 75 ans et plus (figure 2). La vague de chaleur du 17 au 24 juin 2017 se distingue par une part plus importante des PLC dans l'ensemble des consultations SOS Médecins pour les moins de 75 ans (figure 3).

Impacts sur les travailleurs

Du 1^{er} juin au 31 août 2017, Santé publique France a reçu 73 signalements d'événements sanitaires chez des travailleurs en lien possible avec la chaleur

extérieure, vs 33 en 2015 et 8 en 2016. En 2017, les signalements ont concerné 10 décès sur le lieu de travail, 1 coma, 4 passages aux urgences, 3 hospitalisations et 55 signalements sanitaires autres : coups de chaleur, épuisements, crampes, etc. Parmi les 10 décès signalés, 7 sont survenus lors de la première vague de chaleur, entre le 17 et le 24 juin. Il s'agit principalement d'hommes travaillant en extérieur (9/10).

Utilisation des indicateurs sanitaires en cours d'été

Entre 2015 et 2017, les décisions de vigilance et d'alerte n'ont jamais été modifiées par les résultats de la surveillance sanitaire. Cette surveillance a en revanche fourni des arguments pour inciter à diffuser plus largement les messages de prévention ciblant les moins de 75 ans lors des épisodes précoces de juin 2015 et juin 2017, en s'appuyant sur les augmentations observées du nombre de recours aux soins d'urgence pour PLC dans ces classes d'âges par rapport aux vagues de chaleur précédentes, et au vu des signalements reçus sur les travailleurs.

Impacts sur la mortalité

La surmortalité estimée par comparaison aux années précédentes dans les départements, et pendant les périodes concernées par les dépassements des seuils d'alerte, est de 18% en 2015, 13% en 2016 et 5% en 2017 (tableau 3).

Tableau 2

Caractéristiques des vagues de chaleur de 2015, 2016 et 2017 en France métropolitaine

Dates	Durée (jours)	Nombre de départements en vigilance jaune ou orange canicule	Part de la population métropolitaine au moins un jour en vigilance jaune ou orange canicule	% de jours où les températures observées ont atteint ou dépassés les seuils, selon le niveau de vigilance			Caractéristiques notables
				Verte	Jaune	Orange	
Année 2015							
04/06-05/06	2	1	3%	0	0	–	
28/06-07/07	10	91	95%	0,5	2,3	11,1	Vague de chaleur très étendue, précoce (avant juillet) et très intense (écarts aux seuils localement élevés) dans l'Est de la France
12/07-27/07	16	50	58%	1,5	10,2	0	
05/08-08/08	4	22	22%	1	4,3	50,0	
28/08-30/08	3	7	8%	0	0	–	
Année 2016							
22/06	1	1	1%	0	0	–	
07/07-10/07	4	5	5%	0	0	–	
17/07-20/07	4	71	72%	0	10,0	0	Vague de chaleur caractérisée par une grande variabilité intra-journalière des températures
13/08-17/08	5	16	14%	0	0	–	
22/08-28/08	7	72	78%	0	0	6,1	
12/09-13/09	2	8	19%	0	0	–	Vague de chaleur très tardive (après août), ayant conduit à l'extension de la période du PNC
Année 2017							
11/06-14/06	4	6	8%	0	0	–	
17/06-24/06	8	90	96%	0,3	1,8	5,4	Vague de chaleur très étendue et très précoce (avant juillet), avec une chaleur nocturne marquée (par rapport aux températures habituelles pour la période)
04/07-08/07	5	34	42%	0	0	0	
17/07-19/07	3	14	21%	0	0	–	
31/07-07/08	8	21	23%	1,4	15,8	28,4	
23/08-30/08	8	39	38%	0	0,8	0	Vague de chaleur très intense (écarts aux seuils importants) dans le Sud-Est

PNC : plan national canicule.

Discussion

Synthèse des impacts de l'été

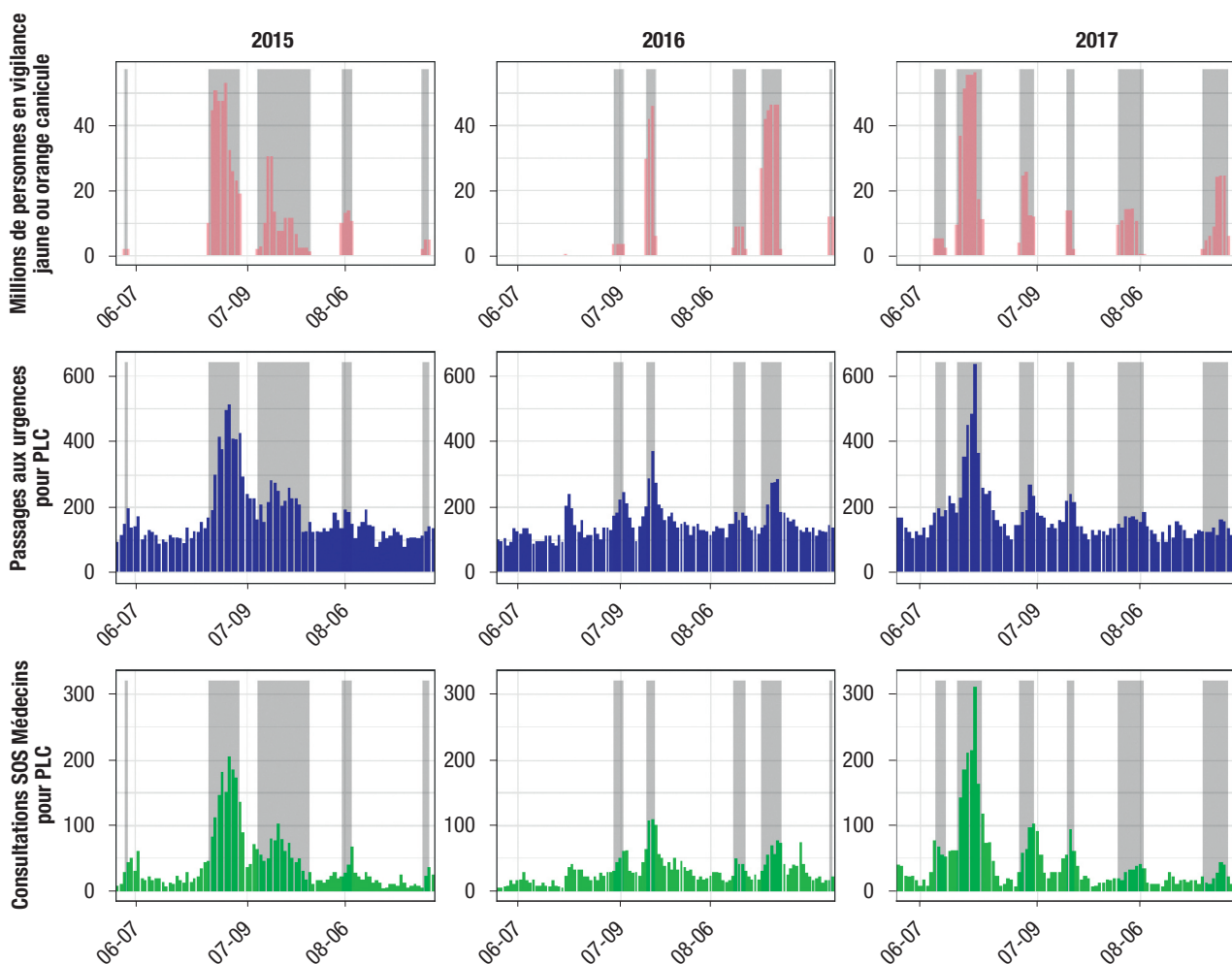
Les trois derniers étés se sont caractérisés par des vagues de chaleur particulières par leur précocité (juin et début juillet) en 2015 et 2017 ou leur prolongement tardif (début septembre) en 2016. La température a pu également battre des records localement, notamment en Corse en 2017 et dans le Grand Est en 2015. Une augmentation de la mortalité et du recours aux soins d'urgences pour PLC a été observée sur l'ensemble de ces vagues de chaleur.

Le nombre de décès en excès observé en 2015 est supérieur à celui de 2006 (1 011 décès en excès), et il est le plus élevé depuis 2004. Les impacts de 2016 et 2017 sont également plus élevés que ceux observés depuis 2004, à l'exception de 2006⁶.

À noter qu'il n'est pas possible de comparer les impacts sur la surmortalité à ceux de l'année 2003 et d'interpréter la différence comme un succès de la prévention actuelle. En effet, une mortalité moindre pendant des canicules moins intenses est attendue⁷ et une différence entre deux événements survenant à des périodes, dans des zones

Figure 1

Population (en millions) concernée par une vigilance jaune ou orange canicule, nombre total de passages aux urgences et de consultations SOS Médecins pour PLC. France métropolitaine, 2015-2017



PLC : pathologies liées à la chaleur.

et avec des caractéristiques climatiques différentes, ne peut s'interpréter de manière aussi simple.

Les vagues de chaleur ayant démarré en juin 2015 et 2017 semblent se caractériser par un recours aux soins d'urgences pour PLC plus important chez les moins de 75 ans, avec des expositions possibles en milieux scolaires et professionnels. L'été 2017 se caractérise également par des signalements plus nombreux sur les travailleurs. Ceci est probablement explicable, en partie, par la période de survenue des vagues de chaleur début juin, avec des expositions possibles en milieux scolaires et professionnels. Enfin, l'été 2016 se distingue par un faible recours aux soins à SOS Médecins des 75 ans et plus, et une surmortalité assez élevée, notamment chez les 75 ans et plus. Des pistes possibles d'explications sont une influence de la période de survenue et la variabilité intra-journalière importante des températures avec, dans certains départements, des écarts de plus de 10°C observés.

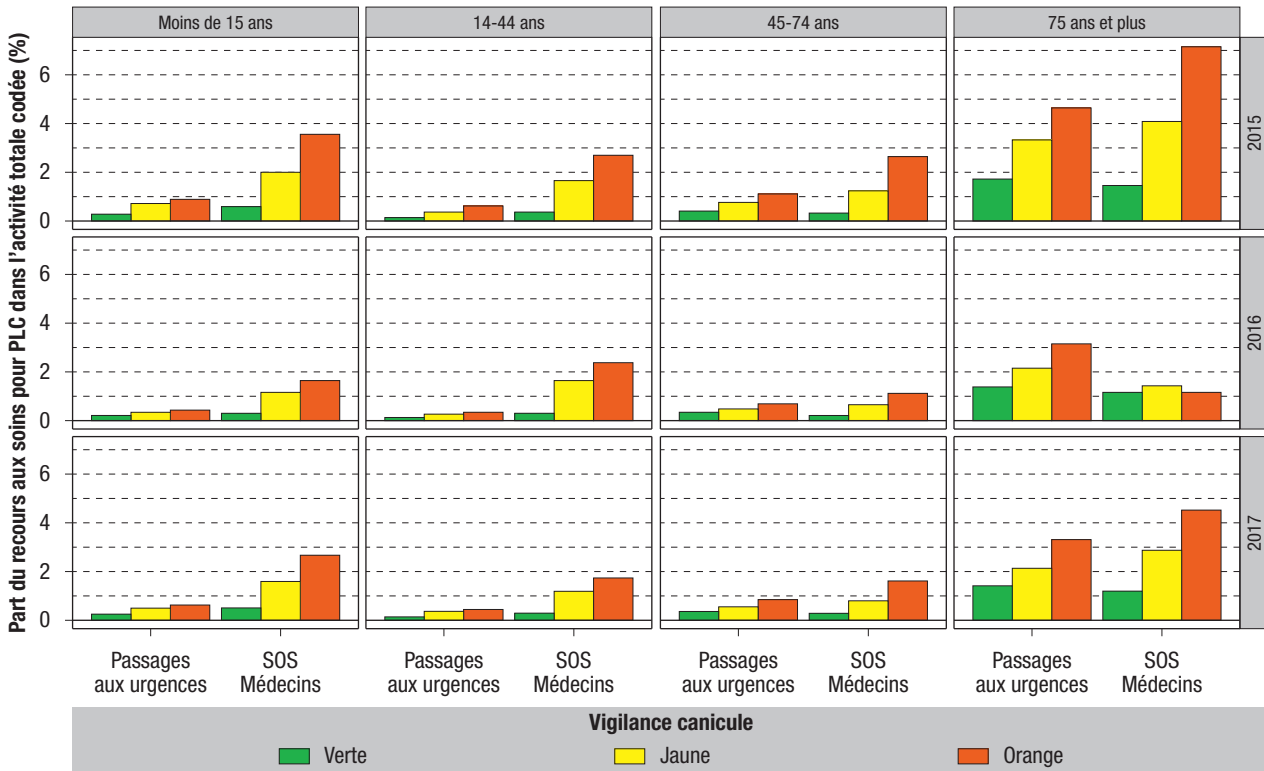
Limites de la surveillance actuelle

L'expérience de la surveillance en routine et *a posteriori* des indicateurs sanitaires sur ces dernières années

permet de mieux en identifier les limites. Depuis la mise en place du PNC en 2004, la surveillance quotidienne a permis d'estimer rapidement l'impact sur les recours aux soins d'urgences pour PLC et de conforter les décisions d'alerte fondées sur les prévisions météorologiques. Toutefois, elle n'a jamais conduit à modifier ces décisions d'alerte. Elle répond uniquement à un objectif d'aide à la décision, et n'est ni une mesure exhaustive de l'impact, ni une mesure de l'efficacité des actions mises en place. Son interprétation en temps quasi-réel pose plusieurs difficultés. La première est liée à la réactivité de la transmission des diagnostics médicaux dans les structures d'urgences. Une analyse exploratoire sur la complétude de cette transmission menée en 2017 en région Occitanie a mis en évidence que les effectifs de passages pour PLC estimés à J+1 ne permettaient d'obtenir qu'une estimation partielle des impacts⁸. La proportion de passages pour diagnostic de PLC parmi les diagnostics principaux renseignés estimée à J+1 était cohérente avec celle obtenue à la consolidation des données (J+8). Ainsi, l'interprétation des données à J+1 devrait être limitée à l'interprétation de cette proportion, et les effectifs ne devraient être communiqués qu'à partir de J+2.

Figure 2

Part (%) moyenne des recours aux soins pour PLC dans l'activité totale codée selon le niveau de vigilance (agrégation nationale), par année et classe d'âge. France métropolitaine, 2015-2017



PLC : pathologies liées à la chaleur.

Cette limite est toutefois à moduler selon les régions et ne concerne pas les recours aux associations SOS Médecins.

À l'échelle infrarégionale, l'analyse est également limitée par les petits effectifs. Un faible taux de recours aux soins pour PLC peut, par exemple, traduire un problème de recours pour d'autres effets moins spécifiques (fièvre ou malaise par exemple) et non inclus dans cet indicateur, plutôt qu'une absence d'impact. Une autre limite de l'interprétation est que l'impact sur la morbidité ne peut pas être prédictif de celui sur la mortalité⁹, car il touche à des populations et à des comportements différents. Par exemple, en 2016, on observe un faible recours aux soins d'urgence pour PLC et une surmortalité de 13%.

Enfin, le dispositif de veille dépendant de l'implication du médecin du travail s'est avéré non réactif et non exhaustif pour les événements de santé non létaux chez les travailleurs. Les remontées d'information ne peuvent être faites par le médecin du travail qu'au moment où celui-ci a connaissance de l'incident survenu sur le lieu de travail, parfois plusieurs semaines après sa survenue. Une autre hypothèse est que le médecin du travail, lorsqu'il n'est pas sur le lieu de l'incident, n'est pas systématiquement informé des incidents pour lesquels la prise en charge aura été faite par ailleurs. En revanche, le décès d'une personne sur son lieu de travail faisant l'objet d'une enquête systématique de l'Inspection du travail, les informations transmises

sur ces événements sont *a priori* exhaustives. Du fait de ces défauts, le dispositif de veille « canicule et travail » est amené à évoluer prochainement.

Cette surveillance sanitaire constitue donc un soutien pour l'aide à la décision, mais doit être complétée par des études plus approfondies pour comprendre les mécanismes impliqués derrière les impacts observés¹⁰.

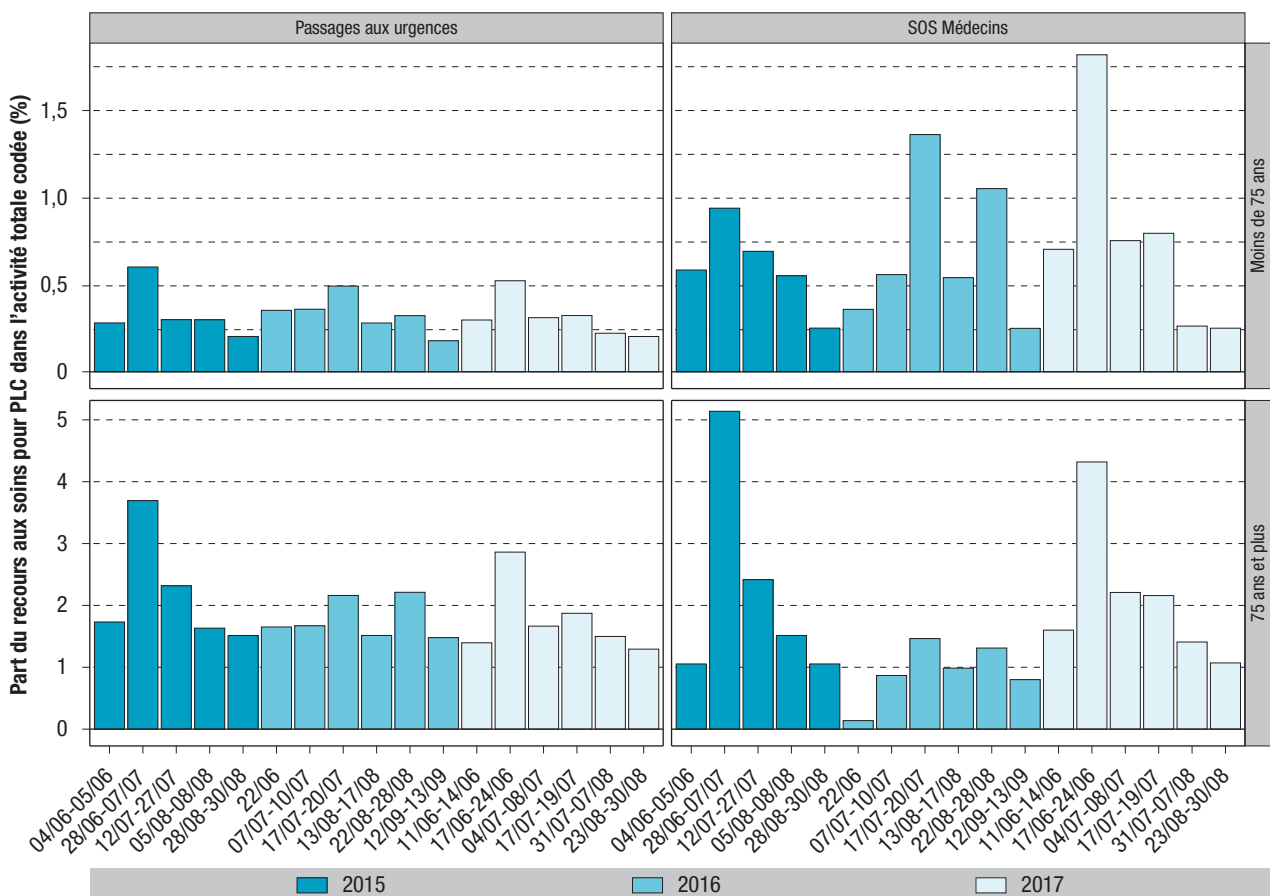
Perspectives

Les vagues de chaleur des étés 2015 à 2017 n'ont pas atteint les intensités et les impacts des vagues de chaleur les plus meurtrières de 2003 ou 1983. Elles sont par contre remarquables par des périodes de survenue s'étendant de juin à septembre, une extension géographique importante et des intensités localement très élevées. Elles s'inscrivent dans une évolution annoncée des vagues de chaleur dans un contexte de changement climatique, à savoir des vagues de chaleur fréquentes, la possibilité que la totalité de la population soit concernée au moins une fois pendant l'été et la possibilité de chaleur très intenses¹¹. Les impacts sur la mortalité et le recours aux soins soulignent la réalité du risque sanitaire associé. Enfin, l'évolution des périodes de survenue incite à développer une prévention ciblant davantage les expositions en milieux scolaires et professionnels.

Or, une étude auprès des parties prenantes du PNC a souligné une méconnaissance de l'impact sanitaire des canicules en dehors de 2003, pouvant

Figure 3

Part des recours aux soins pour PLC dans l'activité totale codée par périodes de vigilance ; comparaison des moins de 75 ans et des 75 ans et plus. France métropolitaine, 2015-2017



PLC : pathologies liées à la chaleur.

Tableau 3

Nombre de décès et excès de décès estimés, tous âges et par classes d'âges durant les étés 2015, 2016 et 2017 (données extrapolées à partir de l'échantillon des 3 000 communes). France métropolitaine

		Nombre de décès observé	Nombre de décès en excès Moyenne [min;max]	Surmortalité (%)
Tous âges	2015	11 609	1 739 [1 620;1 832]	17,6
	2016	3 284	378 [327;441]	13,0
	2017	9 204	474 [286;698]	5,4
Moins de 15 ans	2015	115	11 [8;15]	10,7
	2016	32	-9 [-7;-10]	-21,2
	2017	73	-19 [-14;-16]	-20,7
15-44 ans	2015	313	5 [0;10]	1,5
	2016	89	-11 [-9;-14]	-10,9
	2017	276	15 [8;23]	5,6
45-74 ans	2015	3 407	451 [406;472]	15,2
	2016	1 057	156 [149;165]	17
	2017	2 758	135 [96;163]	5,1
75 ans et plus	2015	7 774	1 272 [1 197;1 342]	19,6
	2016	2 088	242 [197;298]	13,1
	2017	6 097	344 [167;531]	6,0

conduire à une impression de maîtrise du risque⁷. Enfin, les efforts de prévention sont logiquement centrés sur les périodes de vigilance orange, mais un impact sur le recours aux soins d'urgences pour PLC s'observe également en vigilance jaune, et les températures observées peuvent parfois atteindre les seuils en vigilance jaune. Ce niveau de vigilance semble être moins connu, et non perçu comme indicateur d'un risque réel pour la santé⁷. Un renforcement de la prévention dès la vigilance jaune apparaît souhaitable. ■

Références

- [1] Laaidi K, Ung A, Wagner V, Beaudreau P, Pascal M. Système d'alerte canicule et santé : principes, fondements et évaluation. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2012. 19 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=10551
- [2] Pascal M, Laaidi K, Ledrans M, Baffert E, Caserio-Schönemann C, Le Tertre A, *et al.* France's heat health watch warning system. *Int J Biometeorol.* 2006;50(3):144-53.
- [3] Pascal M, Laaidi K, Wagner V, Ung AB, Smaili S, Fouillet A, *et al.* How to use near real-time health indicators to support decision-making during a heat wave: The example of the French heat wave warning system. *PLoS Curr.* 2012. doi: 10.1371/4f83ebf72317d.
- [4] Caserio-Schönemann C, Bousquet V, Fouillet A, Henry V. Le système de surveillance syndromique SurSaUD. *Bull Epidémiol Hebd* 2014;(3-4):38-44. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=11915
- [5] Santé publique France. Dossier thématique Chaleur et santé. Le système d'alerte canicule et santé. [Internet]. <http://invs.santepubliquefrance.fr/fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Climat-et-sante/Chaleur-et-sante/Actualites>
- [6] Wagner V, Ung A, Calmet C, Pascal. Évolution des vagues de chaleur et de la mortalité associée en France, 2004-2014. *Bull Epidémiol Hebd.* 2018;(16-17):320-5. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2018/16-17/2018_16-17_2.html
- [7] Valois P, Laaidi K, Jacob J, Beaudreau P. Comparaison des méthodes et des questions utilisées pour suivre l'adaptation face aux épisodes de chaleurs élevées en France et au Québec. *Bull Epidémiol Hebd.* 2018;(16-17):345-53. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2018/16-17/2018_16-17_4.html
- [8] Pouey J, Banzet L, Caserio-Schönemann C, Golliot F, Mouly D. Évaluation de la réactivité du dispositif de surveillance syndromique des effets liés à la chaleur : étude pilote en Occitanie (France) et perspectives. *Bull Epidémiol Hebd.* 2018;(16-17):334-9. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2018/16-17/2018_16-17_3.html
- [9] Pascal M, Retel O, Laaidi K, Ung A, Wagner V. Impact des vagues de chaleur sur les recours aux soins : une revue de la littérature. *Bull Epidémiol Hebd.* 2013;(28-29):341-7. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=11608
- [10] Corso M, Pascal M, Wagner V. Impacts de la chaleur et du froid sur la mortalité totale en France entre 2000 et 2010. *Bull Epidémiol Hebd.* 2017;(31):634-40. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=13592
- [11] Soubeyroux JM, Ouzeau G, Schneider M, Cabanes O, Koukou R. Les vagues de chaleur en France : analyse de l'été 2015 et évolutions attendues en climat futur. *La Météorologie.* 2016;(94):45-51.

Citer cet article

Pascal M, Daoudi J, Fouillet A, Lapostolle A, Empereur-Bissonnet P, Pouey J, *et al.* Principaux enseignements de la surveillance sanitaire des impacts des vagues de chaleur de 2015 à 2017 en France. *Bull Epidémiol Hebd.* 2018;(16-17):326-33. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2018/16-17/2018_16-17_2.html

ÉVALUATION DE LA RÉACTIVITÉ DU DISPOSITIF DE SURVEILLANCE SYNDROMIQUE DES EFFETS LIÉS À LA CHALEUR : ÉTUDE PILOTE EN OCCITANIE (FRANCE) ET PERSPECTIVES

// EVALUATION OF THE RESPONSIVENESS OF THE SYNDROMIC SURVEILLANCE SYSTEM FOR HEAT-RELATED EFFECTS: PILOT STUDY IN THE OCCITANIE REGION (FRANCE) AND PERSPECTIVES

Jérôme Pouey¹ (jerome.pouey@santepubliquefrance.fr), Leslie Banzet¹, Céline Caserio-Schönemann², Franck Golliot², Damien Mouly¹

¹ Santé publique France, Cire Occitanie, Toulouse, France

² Santé publique France, Saint-Maurice, France

Soumis le 21.03.2018 // Date of submission: 03.21.2018

Résumé // Abstract

Les données du réseau OSCOUR® (Organisation de la surveillance coordonnée des urgences) sont exploitées par Santé publique France dans le cadre du système d'alerte canicule et santé (Sacs) pour estimer l'impact sanitaire des vagues de chaleur. L'objectif de cette étude était d'évaluer la capacité de ce système de surveillance à estimer, de façon fiable et robuste, l'impact sanitaire d'une alerte météorologique en région Occitanie.

Les résumés de passage aux urgences (RPU) des 66 structures d'urgence de la région Occitanie ont été recueillis quotidiennement du 2 juin au 8 septembre 2017 pour évaluer la complétude des diagnostics (taux de remplissage), la réactivité (de J+1 à J+8 de la date des passages) et la stabilité du système de surveillance, en se focalisant sur les pathologies liées à la chaleur. Des critères de qualité de transmission et de complétude ont également été proposés pour classer les départements en fonction de leur capacité à fournir une information complète et réactive.

Les résultats montrent que l'utilisation des indicateurs syndromiques le lendemain d'une alerte canicule conduirait, au niveau régional, à une sous-estimation de 35 à 40% de la mesure de l'impact sanitaire de cet événement (nombre de passages et d'hospitalisations aux urgences pour pathologies en lien avec la chaleur) et que le temps de consolidation des données est d'environ 2 à 3 jours. Néanmoins, des disparités existent entre les départements et, pour cinq d'entre eux, une estimation de l'impact sanitaire lié à un épisode de chaleur peut être considérée comme fiable dès le lendemain de son démarrage. Le suivi de la proportion des passages pour pathologies liées à la chaleur est en revanche un indicateur fiable et robuste dès le lendemain d'un événement pour l'ensemble de la région.

Cette étude apporte des éléments utiles à l'interprétation des données de surveillance syndromique en temps réel et donne des pistes d'amélioration de la qualité des données dans le cadre des travaux à poursuivre en lien avec la Fédération des observatoires des urgences (FedORU).

Data from the OSCOUR® network (Organization of the coordinated surveillance of emergency departments) are used by Santé publique France as part of the dedicated Health and Heatwave Alert System (SACS) to estimate the health impact of heat waves. The objective of this study was to evaluate the capacity of the syndromic surveillance system using OSCOUR® data at a regional level to reliably and robustly produce a reactive estimate of the health impact related to weather alerts in Occitanie.

Medical records of the 66 emergency departments in the Occitanie region were collected daily from 2 June to 8 September 2017. They were used to assess the completeness of attendances containing a valid diagnosis code (filling rate), the reactivity (from D+1 to D+8 of the date of attendance), and the stability of transmissions to OSCOUR® network focusing on heat related illnesses. Transmission and completeness criteria were also proposed to rank Occitanie departments according to their ability to provide complete and responsive information.

The results show that the use of syndromic indicators the day after a heatwave alert would lead, at the regional level, to an underestimate of 35 to 40% of the estimate of the health impact of this event (number of attendances and hospitalizations for heat-related diseases), and the data consolidation delay is approximately 2 to 3 days. Nevertheless, disparities exist between the Occitanie departments and for 5 of them, an estimate of the health impact related to a heatwave can be considered as reliable the day after its start. On the other hand, monitoring the proportion of attendances for heat-related illness among all the attendances with an informed diagnosis is a reliable and robust indicator the day after the heatwave start for the entire region.

This study provides useful elements for the interpretation of syndromic surveillance data in real time and provides suggestions for improving data quality as part of the work to be followed in connection with FedORU (Federation of Emergency Departments Observatories).

Mots-clés : Surveillance syndromique, Vague de chaleur, Impact sanitaire

// **Keywords:** Syndromic surveillance system, Heatwave, Health impact

Introduction

Le dispositif de Surveillance sanitaire des urgences et des décès (SurSaUD[®]), piloté par Santé publique France, repose en partie sur l'exploitation des résumés de passage aux urgences (RPU) transmis quotidiennement par les structures participant au réseau OSCOUR[®] (Organisation de la surveillance coordonnée des urgences)^{1,2}.

Parmi ces RPU, ceux disposant d'un code de diagnostic valide selon la Classification internationale des maladies, 10^e révision (CIM-10) permettent de constituer des indicateurs syndromiques. Ces indicateurs sont utilisés pour mesurer de manière réactive l'impact sur la santé des maladies infectieuses ou des événements environnementaux attendus ou inattendus, comme les vagues de chaleur³. La finalité de santé publique d'un tel système de surveillance syndromique en temps réel est de fournir aux pouvoirs publics et aux acteurs de terrains des informations fiables, représentatives et réactives sur l'état de santé de la population, afin de guider les mesures de gestion et de prévention.

À cet effet, depuis 2004, à chaque période estivale (du 1^{er} juin au 31 août), les RPU sont utilisés dans un système d'alerte dédié à la surveillance des pathologies liées à la chaleur, le système alerte canicule et santé (Sacs)^{4,5} ; depuis 2010, des indicateurs syndromiques en lien avec la chaleur ont été définis et sont suivis chaque été. Ce système s'inscrit dans le plan national canicule (PNC) qui définit, en accord avec les prévisions météorologiques de Météo-France, quatre niveaux de vigilance pour le renforcement des mesures de prévention, de communication et de gestion : vert (1-veille saisonnière), jaune (2-avertissement chaleur), orange (3-alerte canicule) et rouge (4-mobilisation maximale). En fonction du niveau de vigilance, la fréquence des analyses des indicateurs syndromiques est adaptée : rythme hebdomadaire pour le niveau vert, rythme quotidien pour les niveaux jaune, orange et rouge. La réactivité du système de surveillance est donc un critère important pour fournir des indicateurs fiables au quotidien.

Depuis 2014, les structures d'urgences sont tenues de procéder à la transmission quotidienne des RPU⁶. Pour autant, la transmission est encore variable d'une structure à l'autre⁷. À ce jour, les conséquences de cette variabilité de transmission sur l'estimation de l'impact sanitaire en temps quasi-réel dans le cadre du Sacs (niveaux de vigilance orange et rouge principalement) n'ont jamais été décrites.

L'objectif principal de cette étude était d'évaluer la capacité du système de surveillance syndromique à produire de manière fiable et robuste une estimation réactive de l'impact sanitaire lié aux vagues de chaleur survenues durant l'été 2017 en Occitanie. Deux objectifs spécifiques ont été définis pour y parvenir : (i) estimer la proportion de RPU avec un diagnostic principal renseigné, (ii) évaluer la réactivité et la stabilité des transmissions entre le lendemain (J+1) et jusqu'à 8 jours (J+8) après la date du passage.

Méthodes

Zone et période d'étude

La zone d'étude correspond à la région Occitanie (13 départements, 66 structures d'urgence) et la période d'étude est de 92 jours (du 1^{er} juin au 31 août 2017).

Sources de données et indicateurs

Les données transmises au réseau OSCOUR[®] et disponibles à Santé publique France ont été utilisées. Parmi elles, le nombre de RPU disposant d'un diagnostic principal renseigné a été estimé pour chaque jour de la période et pour chaque établissement de la zone d'étude.

Selon les dispositions du Sacs 2017, les pathologies en lien avec la chaleur (PLC) ont été comptabilisées à partir des RPU comportant les diagnostics suivants : « hypovolémie », « hypo-osmolarité », « hyponatrémie », « effet de chaleur et de lumière » ou « exposition à une chaleur excessive naturelle »⁵. Trois indicateurs associés aux RPU et disposant d'un diagnostic correspondant à une PLC (RPU_{PLC}) ont été pris en compte : le nombre de RPU_{PLC} correspondant aux effectifs de passages (tous âges et 75 ans ou plus), le nombre de RPU_{PLC} avec hospitalisation après passages (chez les 75 ans ou plus) et la proportion de RPU_{PLC} parmi l'ensemble des RPU disposant d'un diagnostic renseigné (tous âges et 75 ans ou plus).

Trois critères d'évaluation, issus des recommandations des *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, États-Unis)⁸, ont été utilisés : la complétude des diagnostics (taux de codage des diagnostics), la réactivité (vitesse de remontée des informations dans le système de surveillance) et la stabilité (constance de la transmission des données).

La complétude des PLC a été estimée à partir des RPU_{PLC} pour chaque jour de la semaine suivant la date de passage aux urgences (entre J+1 et J+8) en utilisant les données collectées quotidiennement durant la période d'étude⁽¹⁾ et les données consolidées⁽²⁾ (voir équation et figure 1).

Équation :

$$\text{Complétude des passages}_{J_A}^{X=+1 \text{ à } +8} = \frac{\text{Nombre de passages disponibles pour le jour } A \text{ à } J+X^{1 \text{ à } 8}}{\text{Nombre consolidé de passages pour le jour } A}$$

La réactivité et la stabilité des transmissions quotidiennes ont été analysées pour les jours suivant la date de passage aux urgences de J+1 à J+8.

L'étude a également porté sur la comparaison des proportions des RPU_{PLC} estimées à J+1 et à J+8.

Les analyses de données ont été réalisées à l'aide du logiciel R⁹.

⁽¹⁾ Données extraites quotidiennement du 2 juin au 8 septembre 2017, à l'exception de la période du 7 au 10 juin inclus, en raison de problèmes techniques.

⁽²⁾ Données extraites le 11 septembre 2017.

Figure 1

Principes du calcul de la complétude des RPU_{PLC} de J+1 à J+8 en Occitanie (France), 2017

		Jours d'extraction des données quotidiennes												Nombre de passages au 11/09/2017
		B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	...	
Jours analysés
	A	J _A +1	J _A +2	J _A +3	J _A +4	J _A +5	J _A +6	J _A +7	J _A +8					Nb passages J _A
	B													Nb passages J _B
	C													Nb passages J _C
	D													Nb passages J _D

Données utilisées pour le calcul des indicateurs
 Données non utilisées pour le calcul des indicateurs

RPU : résumés de passage aux urgences.

Résultats

Complétude et réactivité de la transmission des diagnostics

Pour l'ensemble de la période du 1^{er} juin au 31 août 2017, 76,3% des RPU de la région Occitanie disposaient d'un diagnostic renseigné (toutes causes) et pouvaient être utilisés par le dispositif de surveillance syndromique (soit 371 155 RPU disposant d'un diagnostic principal codé). Selon les départements, la complétude des RPU (toutes causes) variait de 0,8% à 95,1%, avec pour certains une forte hétérogénéité infra-départementale liée aux transmissions des structures d'urgence elles-mêmes. La complétude médiane des RPU (toutes causes) au niveau régional était de 52,2% à J+1, de 70,7% à J+2 et de 74,1% à J+3.

Parmi les RPU avec un diagnostic renseigné quotidiennement à l'échelle régionale, 59,5% des RPU_{PLC} étaient disponibles à J+1 (figure 2, barres bleues foncées), 87,1% à J+2 et 91,2% à J+3.

La médiane de la complétude des RPU_{PLC} (tous âges) était de 63,1% à J+1, de 94,4% à J+2 et de 100% à J+3 (figure 3a). Chez les 75 ans et plus, que ce soit pour les RPU_{PLC} avec ou sans hospitalisation après passage pour PLC, celle-ci a été estimée à 60,0 % à J+1 et 100 % dès J+2 (figure 3b et 3c).

En revanche, les proportions quotidiennes de RPU_{PLC} (parmi l'ensemble des RPU disposant d'un diagnostic codé) montraient une bonne corrélation entre les indicateurs estimés à J+1 et ceux consolidés à J+8 (figure 4). Cette observation a été vérifiée la plupart du temps, malgré quelques différences remarquables le 14 juillet pour l'ensemble de la population et les 7 et 8 juillet pour les 75 ans ou plus.

Discussion

Estimation des indicateurs associés aux PLC

Les analyses réalisées sur trois indicateurs syndromiques du Sacs 2017 en Occitanie ont montré

que ces indicateurs étaient consolidés à l'échelle régionale en deux (médiane=94,4%) à trois jours (médiane=100%). L'augmentation du nombre de RPU_{PLC} détectables par le système de J+1 à J+8 suit la même tendance que la complétude des RPU toutes causes (70,7% à J+2 ; 74,1% à J+3). Cependant, il n'est actuellement pas possible de redresser le nombre de RPU_{PLC} pour estimer l'effectif total de PLC réellement observé en Occitanie en l'absence de corrélation entre la complétude des RPU toutes causes et la complétude des RPU_{PLC} (coefficient de corrélation de Pearson de l'ordre de 0,3). En d'autres termes, il n'est pas possible d'estimer, parmi les 25% de RPU dont le diagnostic n'est pas renseigné à J+3, la part de ceux pouvant correspondre à des PLC.

En considérant ce temps de consolidation, l'estimation de l'impact sanitaire à partir des effectifs de passage et des effectifs d'hospitalisations après passage était sous-estimée à J+1 de 35 à 40% sur au moins la moitié de la période d'étude. Par conséquent, l'interprétation de ces indicateurs le lendemain de la survenue d'un événement caniculaire doit tenir compte de la sous-estimation de son impact sanitaire. Les erreurs d'interprétation s'estompent à J+2 ou J+3. Ces observations étaient vérifiées pour les deux types de populations étudiées (tous âges et 75 ans ou plus).

En revanche, une bonne corrélation entre la proportion de RPU_{PLC} estimée à J+1 et celle obtenue à J+8 était observée. L'utilisation de la proportion de passages pour PLC au lendemain de la survenue d'un événement climatique n'entraînerait donc pas de biais dans la mesure de l'évolution de son impact sanitaire.

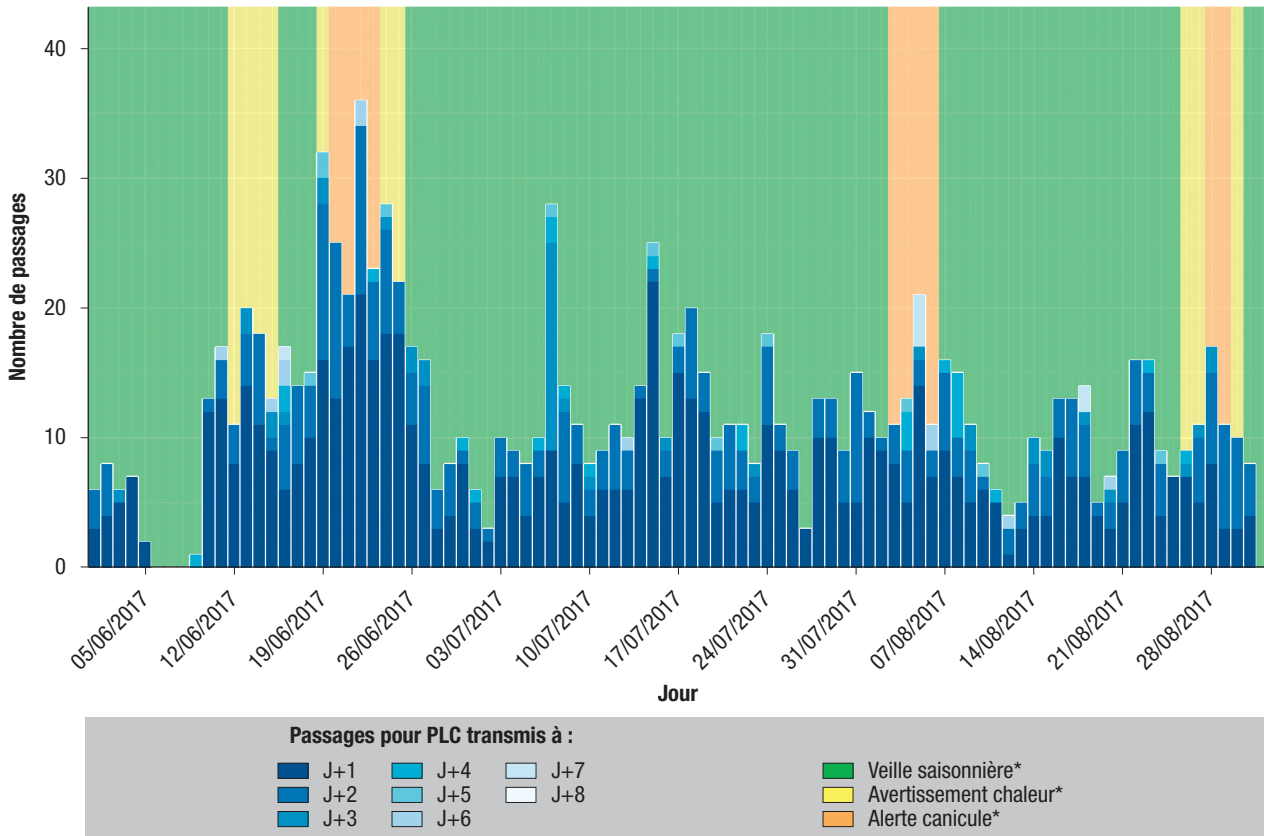
De manière plus globale, la mesure de l'impact sanitaire lié à la chaleur, comme potentiellement de tout autre événement, apparaissait comme non pertinente sur certains départements pour lesquels la part de RPU comportant un diagnostic codé était faible.

Recommandations pour la surveillance syndromique

Bien que cette étude ait été conduite sur une période de trois mois en Occitanie, ses résultats soulignent

Figure 2

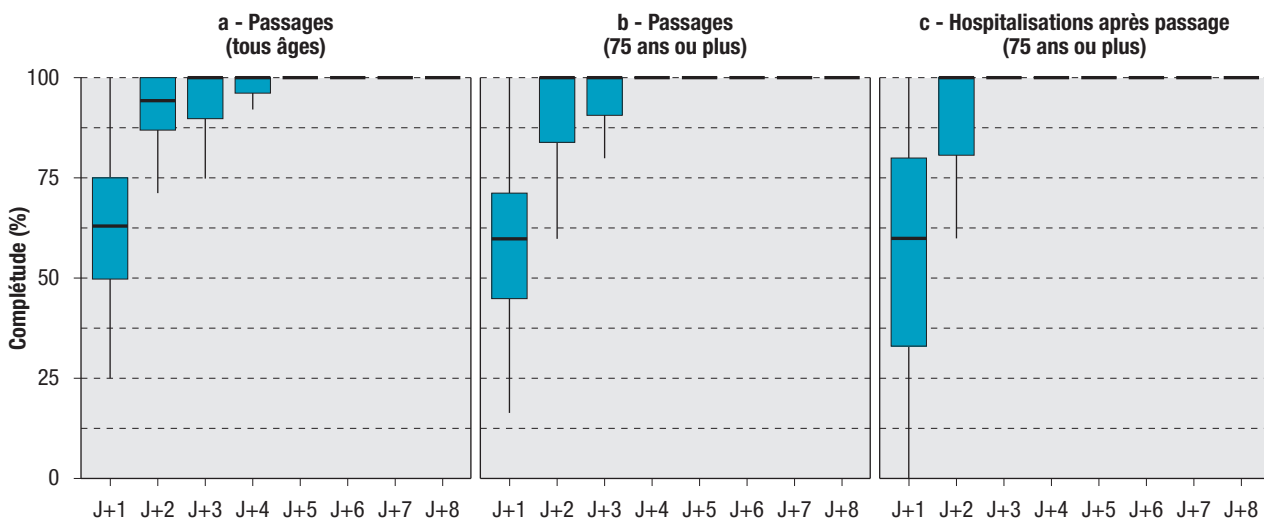
Effectifs de passages aux urgences pour PLC (RPU_{PLC}), selon les délais de transmission à Santé publique France, tous âges. Occitanie (France), 1^{er} juin-31 août 2017



Sources : Météo-France, OSCOUR®, Santé publique France.
 * Niveau maximal de vigilance observé sur les 13 départements de la région Occitanie.
 RPU : résumés de passage aux urgences ; PLC : pathologies liées à la chaleur.

Figure 3

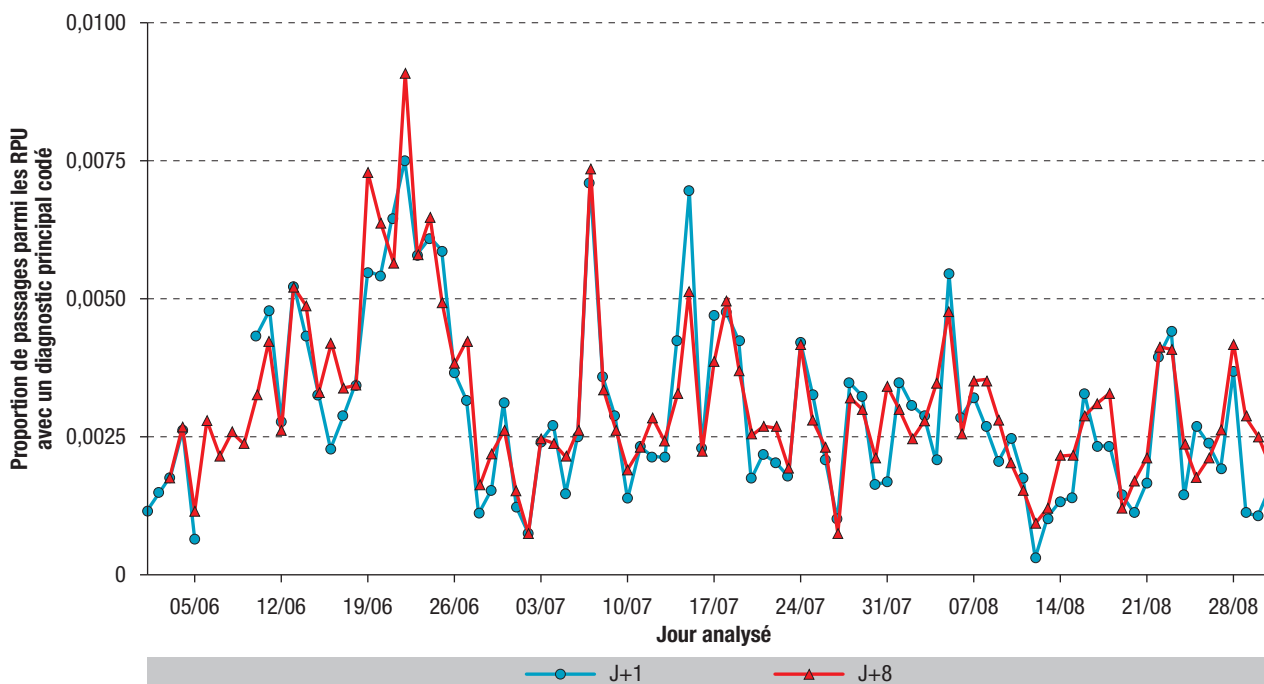
Complétude des effectifs de passage et d'hospitalisation après passage aux urgences pour pathologies liées à la chaleur (RPU_{PLC}) : (a) passages tous âges, (b) passages des 75 ans ou plus et (c) hospitalisations après passage des 75 ans ou plus. Occitanie (France), 1^{er} juin-31 août 2017



Sources : OSCOUR®, Santé publique France.
 RPU : résumés de passage aux urgences ; PLC : pathologies liées à la chaleur.

Figure 4

Proportion quotidienne de passages aux urgences pour PLC (RPU_{PLC}) parmi les passages disposant d'un diagnostic principal codé, tous âges, selon estimations à J+1 et J+8. Occitanie (France), 1^{er} juin-31 août 2017



Sources : OSCOUR®, Santé publique France.
RPU : résumés de passage aux urgences ; PLC : pathologies liées à la chaleur.

la nécessité d'améliorer la complétude et la réactivité du réseau OSCOUR® pour la surveillance syndromique en temps réel à l'échelle régionale.

Des travaux complémentaires réalisés en Occitanie ont permis d'évaluer la pertinence d'utiliser les données des structures d'urgences en fonction du délai entre le jour de passage et l'exploitation de la donnée dans le cadre de SurSaUD®, en se basant sur la qualité de leurs transmissions au réseau OSCOUR®¹⁰. Une grille d'analyse, qui permet de classer les entités étudiées (départements, structures d'urgences,...) selon la qualité de transmissions, est proposée. Compte tenu des effectifs « faibles » liés aux PLC au niveau départemental en Occitanie, nous nous sommes abstenus de proposer ce type de démarche dans cet article.

Toutefois, l'amélioration du système nécessite un suivi de la qualité des données transmises par chaque structure d'urgence et l'identification, en partenariat avec les Observatoires régionaux des urgences (ORU), des contraintes techniques et organisationnelles qui leur sont spécifiques.

Enfin, cette évaluation ne porte pas sur la qualité intrinsèque de codage des diagnostics ni sur la validité des diagnostics codés par les professionnels de santé procédant au remplissage des RPU. Une telle évaluation nécessiterait une étude spécifique approfondie.

À la suite de cette étude pilote régionale, la méthode est en cours d'implémentation à l'échelle nationale, et l'ensemble des régions bénéficieront de ces analyses d'ici fin 2018. La restitution de ces données est prévue

via un outil *R Shiny* alimenté à chaque analyse, et des bilans régionaux seront disponibles pour être diffusés aux partenaires régionaux (ORU, Agences régionales de santé).

Conclusions

Les analyses menées pour la période estivale 2017 avaient pour objectif d'évaluer, d'une part, la complétude des données transmises au réseau OSCOUR® en Occitanie et, d'autre part, de déceler les biais dans l'interprétation des indicateurs produits par le système de surveillance syndromique.

Concernant les indicateurs syndromiques associés aux PLC, les résultats de cette étude suggèrent que leur utilisation à des fins de gestion ou de communication était raisonnable dès J+2/J+3 pour les effectifs de passages et d'hospitalisations après passage, et dès J+1 pour la proportion de passages parmi ceux disposant d'un diagnostic codé.

Plus généralement, l'amélioration de la qualité des données transmises à Santé publique France à des fins de surveillance syndromique peut être considérée comme faisant partie d'un travail à mener en partenariat avec la Fédération des observatoires des urgences FedORU. ■

Remerciements

Aux Observatoires régionaux des urgences de la région Occitanie ; à Cécile Durand, Santé publique France, Cire Occitanie.

Références

- [1] Caserio-Schönemann C, Bousquet V, Fouillet A, Henry V. Le système de surveillance syndromique SurSaUD®. *Bull Epidemiol Hebd* 2014;(3-4):38-44. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=11915
- [2] Bousquet V, Caserio-Schönemann C. La surveillance des urgences par le réseau OSCOUR® (Organisation de la surveillance coordonnée des urgences). Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2013. 12 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=11537
- [3] Fouillet A, Franke F, Bousquet V, Durand C, Henry V, Golliot F, *et al.* Principe du traitement des données du système de surveillance syndromique SurSaUD : indicateurs et méthodes d'analyse statistique. *Bull Epidemiol Hebd*. 2014; (3-4):42-52. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=11916
- [4] Pascal M, Laaidi K, Ung A, Beaudou P. Méthodes d'analyse de l'impact sanitaire des vagues de chaleur : suivi en temps réel, estimation a posteriori. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2011. 48 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=9824
- [5] Ministère des Solidarités et de la Santé. Plan national canicule 2017 et Instruction interministérielle n°DGS/VSS2/DGOS/DGCS/DGT/DGSCGC/2017/136 du 24 mai 2017 relative au Plan national canicule 2017. 55 p. [Internet]. <http://circulaires.legifrance.gouv.fr/index.php?action=afficherCirculaire&hit=1&retourAccueil=1&r=42325>
- [6] Ministère des Solidarités et de la Santé. Arrêté du 24 juillet 2013 relatif au recueil et au traitement des données d'activité médicale produites par les établissements de santé publics ou privés ayant une activité de médecine d'urgence

et à la transmission d'informations issues de ce traitement dans les conditions définies à l'article L. 6113-8 du code de la santé publique et dans un but de veille et de sécurité sanitaires. JO du 03/08/2013, page 13704, texte n° 2. <https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000027825549&categorieLien=id>

- [7] Fouillet A, Bousquet V, Pontais I, Gallay A, Caserio-Schönemann C. The French Emergency Department OSCOUR Network: Evaluation After a 10-year Existence. *Online J Public Health Inform*. 2015;7(1):e74.

[8] Center for Disease Control and Prevention. Updated Guidelines for Evaluating Public Health Surveillance Systems. Recommendations from the Guidelines Working Group. *MMWR*. 2001;50(RR13):1-35. <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/rr5013a1.htm>

[9] R Development Core Team. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: the R Foundation for Statistical Computing; 2017. <https://www.gbif.org/tool/81287/r-a-language-and-environment-for-statistical-computing>

[10] Pouey J, Banzet L, Caserio-Schönemann C, Forgeot C, Golliot F, Mouly D. Évaluation de la complétude et de la réactivité des transmissions de résumés de passage aux urgences au réseau OSCOUR® pour la région Occitanie en 2017. (Soumis).

Citer cet article

Pouey J, Banzet L, Caserio-Schönemann C, Golliot F, Mouly D. Évaluation de la réactivité du dispositif de surveillance syndromique des effets liés à la chaleur : étude pilote en Occitanie (France) et perspectives. *Bull Epidemiol Hebd*. 2018;(16-17):334-9. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2018/16-17/2018_16-17_3.html

COMMENT MIEUX APPRÉHENDER LES IMPACTS SANITAIRES DU CHANGEMENT CLIMATIQUE : L'INTÉRÊT DES COLLABORATIONS MULTICENTRIQUES INTERNATIONALES*

// HOW TO BETTER UNDERSTAND THE HEALTH IMPACTS OF CLIMATE CHANGE: THE POTENTIAL OF INTERNATIONAL MULTI-CENTRE RESEARCH

Antonio Gasparrini[†] (antonio.gasparrini@lshtm.ac.uk)

Department of Social and Environmental Health Research, London School of Hygiene & Tropical Medicine, London, United Kingdom

* On behalf of the MCC Collaborative Research Network

[†] Article traduit de l'anglais par Mathilde Pascal (Santé publique France).

Soumis le 19.01.2018 // Date of submission: 01.19.2018

Résumé // Abstract

La recherche sur les impacts sanitaires potentiels du changement climatique doit s'appuyer sur des preuves épidémiologiques documentant les risques à l'échelle mondiale. Les études multicentriques sont adaptées à cette fin, mais elles présentent diverses difficultés méthodologiques et organisationnelles. Cet article illustre l'expérience du réseau collaboratif international multi-pays multi-ville (*Multi-Country Multi-City* – MCC) qui développe un programme de recherche global sur les associations entre météo, climat et santé. Il décrit le fonctionnement de ce programme fondé sur les contributions mutuelles et le partage de données, résume les principaux résultats déjà publiés par le réseau et en discute les avantages et les limites. La contribution du MCC à la recherche sur les effets sanitaires du changement climatique est unique. Son fonctionnement collaboratif visant à faciliter les études épidémiologiques multicentriques peut être reproduit pour traiter d'autres questions de recherche.

Research on the potential health impacts of climate change requires epidemiological evidence on associated health risks at a global scale. Multi-centre studies offer an excellent framework for this purpose, but present various methodological and logistical problems. This contribution illustrates the experience of the Multi-Country Multi-City (MCC) Collaborative Research Network, an international collaboration working on a global program of research on the associations between weather, climate and health. The article illustrates the collaborative scheme based on mutual contribution and data sharing, describes the collection of a huge multi-location database, summarizes published research findings and future plans, and discusses advantages and limitations. The MCC Study has provided an exceptional contribution to climate change research, and offers a collaborative framework for multi-centre epidemiological studies that can be replicated to address other research questions in this area and beyond.

Mots-clés : Changement climatique, Épidémiologie, Études multicentriques

// **Keywords:** Climate change, Epidemiology, Multicentric studies

Combiner une vision globale et locale des liens entre climat et santé

Le réchauffement climatique est considéré comme la plus grande menace pour l'humanité au XXI^e siècle¹. Les évolutions climatiques actuelles et futures peuvent se traduire par une augmentation des risques sanitaires *via* différents mécanismes, dont l'exposition directe à des conditions météorologiques extrêmes, en particulier à la chaleur et au froid².

Les connaissances épidémiologiques des effets de la température sur la santé sont majoritairement apportées par des analyses en séries temporelles considérant des zones uniques, ou multiples au sein d'un pays ou d'une région³⁻⁵. Toutefois, ce type d'approche présente des limites importantes pour appréhender les effets sanitaires du changement climatique. Les populations montrent notamment un haut degré d'adaptation à leur climat local, ce qui contribue à une large

hétérogénéité des effets sanitaires associés à un événement météorologique particulier⁶. Une vision exhaustive des connaissances peut ainsi difficilement être appréhendée à partir d'études indépendantes et présentant une grande variabilité de protocoles, de méthodes statistiques et de définitions de la relation température-mortalité.

De plus, alors que les interventions de santé publique pour limiter l'impact de la chaleur et du froid doivent être calibrées pour répondre aux conditions locales, les politiques climatiques sur l'atténuation requièrent un consensus global, comme illustré par les débats récents autour de l'Accord de Paris⁷. Ainsi, les politiques d'atténuation et d'adaptation pour réduire les impacts sanitaires doivent s'articuler et se compléter entre les échelles locales, régionales, nationales et mondiales. Pour soutenir ces actions, la recherche épidémiologique devrait être capable de produire des résultats cohérents dans ces différentes échelles,

ce qui pose plusieurs défis méthodologiques et logistiques. Cet article décrit l'approche adoptée par un réseau de recherche collaboratif multi-pays multi-ville (*Multi-Country Multi-City – MCC*) pour y répondre.

Le réseau de recherche collaboratif MCC : modalités de partage des données et de collaboration

Le MCC est un réseau de collaboration internationale visant à produire des connaissances épidémiologiques sur les associations entre des paramètres météorologiques, climatiques et sanitaires, afin de développer les connaissances globales sur les impacts sanitaires du changement climatique (<http://mccstudy.lshtm.ac.uk/>).

Cette collaboration a débuté de façon informelle en 2013, à l'occasion de la conférence annuelle de la Société internationale d'épidémiologie environnementale à Bâle, et s'est développée ensuite *via* des correspondances entre les participants et des réunions organisées lors de conférences internationales. Depuis, le MCC a rassemblé la plus grande base épidémiologique jamais constituée pour étudier les effets de facteurs environnementaux sur la santé. L'originalité du réseau est de fournir aux participants l'opportunité d'explorer des sujets de recherche spécifiques, en incluant des centaines de villes à travers le monde (figure 1), *via* un cadre collaboratif souple. Ce cadre est formalisé par un protocole général rédigé lors de la mise en place du réseau. Chaque participant peut, de façon autonome, proposer un sous-projet en prenant en charge la coordination des analyses et des publications associées. La proposition, contenant une description des objectifs et des données nécessaires, est diffusée aux référents de chaque zone d'étude, qui décident d'inclure ou non la zone dans le sous-projet et de contribuer ou non à l'analyse. Le protocole

général fixe des règles pour l'utilisation des données, pour la reconnaissance des auteurs et pour éviter des doublons entre projets.

La participation au MCC est conditionnée à la fourniture des données sous un format compatible avec la base de données, et à la volonté de les partager. Ainsi, chaque participant permet aux autres de travailler sur ses zones d'étude, et a accès à l'ensemble des zones d'étude et aux échanges scientifiques. Dans un souci de transparence et pour faciliter la réplication des études, les résultats font l'objet de publications, complétées, dans la mesure du possible, par la mise à disposition publique des programmes d'analyses, des logiciels ou des extractions des données utilisées.

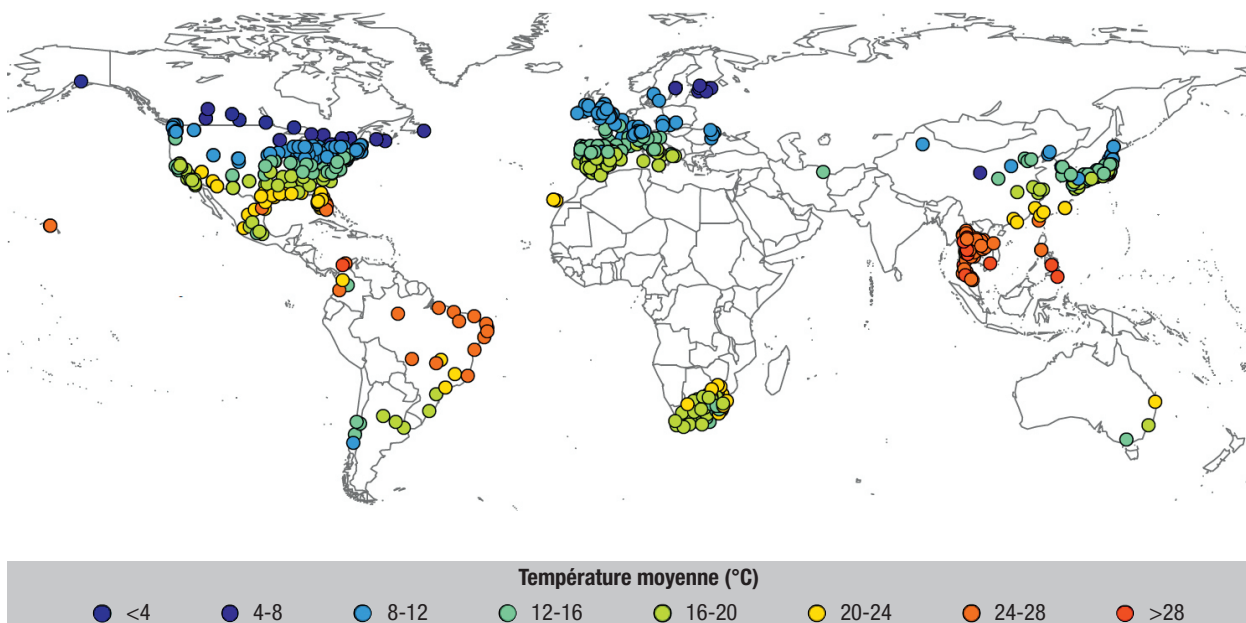
Base de données et schéma d'études

La base de données principale du MCC est constituée de séries temporelles journalières d'indicateurs météorologiques, de pollution de l'air et de mortalité (totale et par cause). Elle contient également des métadonnées sur les caractéristiques climatiques, socioéconomiques, démographiques et structurelles des zones d'étude. En janvier 2018, elle rassemblait les informations de 518 zones d'étude dans 28 pays, pour des périodes se recoupant entre 1972 et 2015, totalisant 110 millions de décès. Bien que la couverture de la base soit incomplète, avec des régions entières non représentées (ex. Afrique, Moyen-Orient), sa vocation reste d'être globale (figure 1).

Ces données sont complétées par des modélisations d'indicateurs journaliers de température et d'humidité, pour la période historique (1850-2005) et sous différents scénarios de réchauffement au XXI^e siècle (2006-2100). Depuis 2016, 18 villes françaises métropolitaines sont incluses dans le réseau MCC et des analyses sont menées, en partenariat avec Santé publique France, avec l'appui de Météo-France.

Figure 1

Zones d'étude participant au *Multi-Country Multi-City Collaborative Research Network*



Les sous-projets sont conçus comme des analyses en séries temporelles multicentriques, avec un schéma d'analyse à deux niveaux. Un premier modèle de régression, pour estimer l'association entre les indicateurs météorologiques considérés et la mortalité, est appliqué dans chaque zone, puis les résultats font l'objet d'une méta-analyse sur l'ensemble des zones. Cette approche est possible grâce à l'utilisation de techniques statistiques permettant de modéliser des relations complexes, non-linéaires, prenant en compte des effets retardés dans le temps, et capables d'évaluer et d'explorer leur hétérogénéité spatiale et temporelle⁸⁻¹⁰.

Exemple de travaux publiés et en cours

Le MCC a déjà permis de produire des résultats importants sur les associations entre des variables météorologiques, le climat et la santé (tableau). Il s'agit notamment de connaissances sur la variabilité des risques associés à la chaleur et au froid, sur la température optimale correspondant à un risque de mortalité minimale^{11,12} et sur l'impact des vagues de chaleur¹³. Des travaux ont également mis en évidence

l'influence des variations de température sur la mortalité^{14,15}. D'autres ont permis d'apporter un éclairage nouveau sur le déplacement de la mortalité attribuable à la chaleur et au froid¹⁶, ainsi que sur les mécanismes d'adaptation potentielle au changement climatique dans les dernières décennies¹⁷. Une publication récente illustre l'utilisation de la base de données pour estimer les évolutions de la mortalité attribuables à des températures non-optimales sous différents scénarios de changement climatique¹⁸. Cette analyse apporte des résultats intéressants, en comparant les évolutions de la mortalité liées à la chaleur et au froid dans plusieurs régions du monde au cours du XXI^e siècle. Elle conclut à une augmentation nette du nombre de décès attribuables à la température sous les scénarios de réchauffement les plus forts, augmentation qui serait substantiellement réduite sous des scénarios de réchauffement impliquant des stratégies de réduction des émissions de gaz à effet de serre. Elle montre également que les impacts seraient plus importants, et parfois dramatiques, dans les régions les plus chaudes, qui sont souvent les plus pauvres du globe. La figure 2 illustre les estimations d'augmentation de la mortalité attribuable à la chaleur à la fin du siècle sous un scénario de réchauffement marqué¹⁸.

Tableau

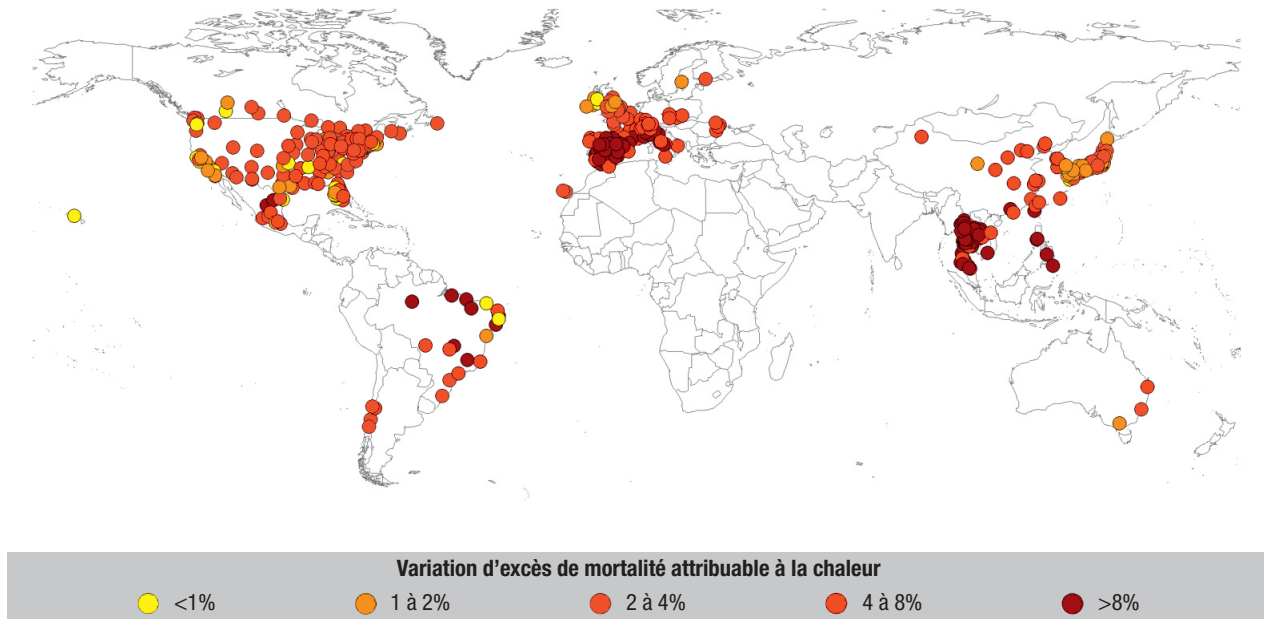
Caractéristiques et principaux résultats des études publiées par le *Multi-Country Multi-City Collaborative Research Network*

Référence	Période	Nombre de villes participant à l'étude	Objectifs	Principaux résultats
11	1985-2012	384	Quantifier la mortalité attribuable à des températures non-optimales, chaudes et froides	7,7% [7,4;7,9] de la mortalité est attribuable à la température dans les zones étudiées. Cet impact est majoritairement dû au froid et à des températures modérées. Seulement 0,86% [0,84;0,87] de la mortalité totale est attribuable aux températures extrêmes.
12	1985-2012	382	Explorer la variabilité de la relation chaleur-mortalité au cours de l'été	Dans toutes les zones, le risque relatif de décès au percentile 99 de la distribution de températures est plus élevé en début d'été et l'effet se maintient sur plus de jours (4-10 jours vs 0-4 jours).
13	1985-2013	400	Décrire l'impact des vagues de chaleur sur la mortalité	Les impacts sont plus importants dans les zones tempérées que dans les zones chaudes ou froides. L'impact augmente avec l'intensité mais n'est pas influencé par la durée de la vague de chaleur.
14,15	1972-2013	308	Évaluer l'influence des variations intra et inter-journalières de la température sur la mortalité	Une variation de +10°C de la température sur une journée est associée à une augmentation de 3,1% [2,7;3,5] de la mortalité, quelle que soit la saison.
16	1976-2012	278	Évaluer le déplacement de la mortalité attribuable à la température	La majorité des décès attribuables à la chaleur et au froid sont probablement avancés d'au moins un an.
17	1985-2012	305	Explorer si des variations temporelles de la relation température-mortalité indiquent une adaptation possible à la chaleur	L'influence de la chaleur sur la mortalité semble décroître dans la majorité des zones d'étude. Les résultats sont plus variables concernant le froid.
18	2010-2019 et 2090-2099	451	Modéliser l'évolution de la mortalité attribuable à la température sous différents scénarios climatiques, entre 2010-2019 et 2090-2099	La mortalité liée à la chaleur va augmenter de manière importante, et celle liée au froid diminuer progressivement. La baisse de la mortalité liée au froid pourrait compenser l'augmentation de la mortalité liée à la chaleur, uniquement dans certaines régions du monde (ex. : Europe du Nord). L'augmentation de la mortalité liée à la chaleur serait la plus importante en Europe du Sud, Amérique du Sud et Asie du Sud-Est, notamment sous le scénario RCP8.5*. Seul le scénario le plus optimiste (RCP2.6*) permet d'éviter une augmentation importante de la mortalité attribuable à la température.

* Scénarios RCP (*Representative Concentration Pathway*) établis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) pour son cinquième rapport.

Figure 2

Différence (%) entre la mortalité attribuable à la chaleur en 2090-2099 vs 2010-2019 sous le scénario RCP8.5*



* Scénarios RCP (*Representative Concentration Pathway*) établis par le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (Giec) pour son cinquième rapport.
Source : ref. 18.

Enfin plusieurs sous-projets sont actuellement en cours. Ils portent par exemple sur les déterminants locaux pouvant expliquer la vulnérabilité à la chaleur ou au froid, sur les causes spécifiques de décès, ou encore sur le rôle de l'humidité. D'autres complètent les projections en évaluant des scénarios alternatifs de réchauffement, en intégrant un focus sur les événements extrêmes ou en testant le rôle potentiel des mécanismes d'adaptation pour réduire les impacts sanitaires futurs.

Discussion

Les études du réseau MCC présentent plusieurs avantages par rapport à d'autres travaux sur le même sujet. L'approche multicentrique internationale permet une approche duale local/global essentielle à la recherche sur le changement climatique.

Le schéma analytique permet l'application de protocoles harmonisés pour estimer les associations entre paramètres météorologiques et santé à travers des centaines de zones d'étude, caractérisées par une grande diversité de climats, de caractéristiques démographiques et socioéconomiques. Le schéma d'analyse en deux étapes préserve la possibilité d'investiguer les spécificités locales, tout en autorisant des comparaisons internationales pertinentes.

Le MCC fonctionne grâce à un mode de collaboration fondé sur des principes de transparence et de partage des données. Le cadre souple et l'organisation en sous-projets indépendants offre davantage de liberté qu'un projet articulé en études discutées collectivement et figées dès le début. L'approche doit également relever des défis, liés à l'absence d'une stratégie prédéfinie et au besoin de maintenir

une cohérence méthodologique entre les sous-projets. Cette approche pourrait être adoptée pour d'autres facteurs de risques liés à l'environnement et au climat. Toutefois, il faut souligner que l'utilisation de données autres que des séries temporelles agrégées peut poser des problèmes majeurs de confidentialité, et limiter la portée de ce type de schéma collaboratif. ■

Remerciements

L'auteur remercie tous les participants actuels et passés du réseau MCC pour leurs contributions (<http://mccstudy.lshtm.ac.uk/>). Ce travail est soutenu par le *Medical Research Council UK* (Grant ID: MR/M022625/1).

Références

- [1] IPCC. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. Geneva: IPCC; 2014. 151 pp.
- [2] McMichael AJ, Woodruff RE, Hales S. Climate change and human health: present and future risks. *Lancet*. 2006;367(9513):859-69.
- [3] Anderson BG, Bell ML. Weather-related mortality: How heat, cold, and heat waves affect mortality in the United States. *Epidemiology*. 2009;20(2):205-13.
- [4] Baccini M, Biggeri A, Accetta G, Kosatsky T, Katsouyanni K, Analitis A, et al. Heat effects on mortality in 15 European cities. *Epidemiology*. 2008;19(5):711-9.
- [5] Chung Y, Lim YH, Honda Y, Guo YL, Hashizume M, Bell ML, et al. Mortality related to extreme temperature for 15 cities in Northeast Asia. *Epidemiology*. 2015;26(2):255-62.
- [6] McMichael AJ, Wilkinson P, Kovats RS, Pattenden S, Hajat S, Armstrong B, et al. International study of temperature, heat and urban mortality: The 'ISOTHURM' project. *Int J Epidemiol*. 2008;37(5):1121-31.

- [7] Hulme M. 1.5°C and climate research after the Paris Agreement. *Nature Climate Change*. 2016;6(3):222-4.
- [8] Armstrong B. Models for the relationship between ambient temperature and daily mortality. *Epidemiology*. 2006;17(6):624-31.
- [9] Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Distributed lag non-linear models. *Stat Med*. 2010;29(21):2224-34.
- [10] Gasparrini A, Armstrong B, Kenward MG. Multivariate meta-analysis for non-linear and other multi-parameter associations. *Stat Med*. 2012;31(29):3821-39.
- [11] Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, *et al*. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: A multicountry observational study. *Lancet*. 2015;386(9991):369-75.
- [12] Guo Y, Gasparrini A, Armstrong B, Li S, Tawatsupa B, Tobias A, *et al*. Global variation in the effects of ambient temperature on mortality: A systematic evaluation. *Epidemiology*. 2014;25(6):781-9.
- [13] Guo Y, Gasparrini A, Armstrong BG, Tawatsupa B, Tobias A, Lavigne E, *et al*. Heat wave and mortality: A multi-country, multicomunity study. *Environ Health Perspect*. 2017;125(8):087006.
- [14] Guo Y, Gasparrini A, Armstrong BG, Tawatsupa B, Tobias A, Lavigne E, *et al*. Temperature variability and mortality: A multi-country study. *Environ Health Perspect*. 2016;124(10):1554-9.
- [15] Lee W, Bell ML, Gasparrini A, Armstrong BG, Sera F, Hwang S, *et al*. Mortality burden of diurnal temperature range and its temporal changes: A multi-country study. *Environ Int*. 2018;110:123-30.
- [16] Armstrong B, Bell ML, Coelho MdSZS, Guo Y-LL, Guo Y, Goodman P, *et al*. Longer-term impact of high and low temperature on mortality: An international study to clarify length of mortality displacement. *Environ Health Perspect*. 2017;125(10):107009.
- [17] Vicedo-Cabrera AM, Sera F, Guo Y, Chung Y, Arbuthnott K, Tong S, *et al*. A multi-country analysis on potential adaptive mechanisms to cold and heat in a changing climate. *Environ Inter*. 2018;111:239-46.
- [18] Gasparrini A, Guo Y, Sera F, Vicedo-Cabrera AM, Huber V, Tong S, *et al*. Projections of temperature-related excess mortality under climate change scenarios. *Lancet Planet Health*. 2017;1(9):e360-e7.

Citer cet article

Gasparrini A. Comment mieux appréhender les impacts sanitaires du changement climatique : l'intérêt des collaborations multicentriques internationales. *Bull Epidémiol Hebd*. 2018;(16-17):340-4. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2018/16-17/2018_16-17_4.html

COMPARAISON DES MÉTHODES ET DES QUESTIONS UTILISÉES POUR SUIVRE L'ADAPTATION FACE AUX ÉPISODES DE CHALEURS ÉLEVÉES EN FRANCE ET AU QUÉBEC

// COMPARISON OF METHODS AND QUESTIONS USED TO MONITOR ADAPTATION TO HIGH SUMMER TEMPERATURES IN FRANCE AND QUEBEC

Pierre Valois¹ (Pierre.Valois@fse.ulaval.ca), Karine Laaidi², Johann Jacob¹, Pascal Beaudeau²

¹ Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques, Faculté des Sciences de l'Éducation, Université Laval, Québec (QC), Canada.

² Santé publique France, Saint-Maurice, France

Soumis le 16.02.2018 // Date of submission : 02.16.2018

Résumé // Abstract

Introduction – En raison des impacts sanitaires croissants sur la population, résultant des changements climatiques, il existe un réel besoin de déterminer si les mesures d'adaptation à la chaleur promues par les autorités de santé publique sont adoptées par les populations et les structures concernées.

Matériel-méthodes – Cet article fait le point sur les approches adoptées par l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), via l'Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques (OQACC), et par Santé publique France pour caractériser les comportements d'adaptation à la chaleur et la perception du risque lié à cet aléa. À l'aide d'une analyse de fonctionnement différentiel d'items (*differential item functioning*), certains énoncés des questionnaires utilisés dans les deux pays sont ensuite comparés.

Résultats – Sur le plan des variables investiguées, les deux approches s'intéressent : 1) aux attitudes vis-à-vis d'un comportement ou d'une intervention d'adaptation aux changements climatiques ; 2) aux pressions perçues ou pressenties pour agir ; 3) aux perceptions relatives aux enjeux de l'adoption de comportements adéquats ; 4) à la vulnérabilité pressentie ; 5) à la gravité perçue des risques et à l'efficacité estimée d'un comportement ou d'une intervention d'adaptation. Si l'approche de Santé publique France se veut descriptive, l'objectif de l'approche québécoise est de développer des indices dédiés au suivi temporel de l'adaptation et d'identifier les déterminants psychosociaux de l'adoption de ces comportements d'adaptation. Une comparaison France-Québec a aussi été faite via une analyse du fonctionnement différentiel d'items sur les questions mesurant, dans les deux études en population, des comportements similaires d'adaptation à la chaleur.

Discussion-conclusion – Les analyses de fonctionnement différentiel d'items ont permis d'illustrer que des questions formulées de manière très similaire pouvaient mener à des résultats divergents selon le contexte culturel, d'où une certaine prudence avant de retenir des comportements d'adaptation utilisés dans un autre contexte culturel. Tant les travaux de Santé publique France que de l'OQACC concourent à rendre davantage concret le concept d'adaptation aux changements climatiques et contribuent à en améliorer la mesure à différentes échelles populationnelles et spatiales.

Introduction – Due to the increasing health impacts of climate change on the population, there is a real need to determine whether the adaptation measures promoted by public health authorities are taken by the populations and organizations concerned.

Material-methods – This article describes the approaches adopted by the National Public Health Institute of Quebec (INSPQ) via the Quebec Observatory on Climate Change Adaptation (OQACC), and by the French public health agency (Santé publique France), to characterize the heat adaptation behaviors and the perception of risk related to this hazard. Through a differential item functioning analysis, some statements from the questionnaires used in both countries are then compared.

Results – In terms of investigated variables, both approaches pertain to: 1) the attitudes toward a behavior or an intervention relating to climate change adaptation; 2) the perceived or sensed pressure to act; 3) the perceptions of the issues related to adopting appropriate behaviors; 4) the sensed vulnerability; 5) the perceived severity of the risks and the estimated effectiveness of an adaptive behavior or intervention. Whereas the French approach is intended to be descriptive, the objective of the Quebec approach is to develop valid indices dedicated to monitoring adaptation over time and to identify the psychosocial determinants of the adoption of these adaptive behaviors. A France-Quebec comparison was also made via a differential item functioning analysis on the questions measuring similar heat adaptation behaviors in the two population-based studies.

Discussion-conclusion – The differential item functioning analyses illustrated that very similarly worded questions could lead to divergent results depending on the cultural context, hence the use of some caution before selecting adaptive behaviors used in another cultural context. The research by both Santé publique France and the OQACC help to crystallize the concept of climate change adaptation and to improve its measurement at various population and spatial levels.

Mots-clés : Adaptation aux changements climatiques, Canicule, Indices, Éducation à la santé
// Keywords: Climate change adaptation, Heatwave, Indices, Health education

Introduction

Le caractère inéluctable du réchauffement du système climatique faisant de moins en moins l'objet de débats, il est attendu que des aléas climatiques plus fréquents comme les vagues de chaleur se traduisent par des impacts sanitaires plus importants sur la population¹. Cette plus grande occurrence des vagues de chaleur se traduira par d'importants impacts au niveau des populations, notamment par une augmentation du nombre de décès prématurés causés par la chaleur², des épisodes d'épuisement et de coups de chaleur³ et des recours aux services d'urgence⁴. Enfin, en raison de leur environnement propice à la création d'îlots de chaleur, particulièrement lorsqu'il fait très chaud et, en ce qui concerne surtout le Québec, très humide, les habitants des villes auront davantage de risques de subir ces effets⁵.

Avec le développement, au cours des dernières années, de nombreuses initiatives d'adaptation des populations à la chaleur, il existe un réel besoin de déterminer si les mesures d'adaptation promues par les autorités de santé publique sont adoptées par les populations et les structures concernées. Bien que rares, quelques études s'intéressant aux facteurs motivant les changements de comportements, tels que le risque, la sévérité des dommages et l'efficacité perçue des comportements, commencent à faire leur apparition dans la littérature sur l'adaptation aux changements climatiques⁶.

L'objet de cet article est de faire le point sur les approches adoptées par l'Institut national de santé publique du Québec (INSPQ), via l'Observatoire québécois de l'adaptation aux changements climatiques (OQACC), et Santé publique France pour caractériser les comportements d'adaptation à la chaleur et la perception du risque lié à cet aléa. Il ne s'agit donc pas de présenter les résultats d'études sur le niveau d'adaptation à la chaleur réalisées en France et au Québec ou, en d'autres termes, de vérifier si les Français et les Québécois diffèrent quant au nombre de comportements adoptés pour se protéger de la chaleur. Ces études ont fait l'objet de communications ou publications, dont les références sont présentées plus bas. Cet article vise à mettre en lumière les différences existant, entre ces deux territoires francophones, dans l'approche et les questions utilisées pour mesurer les comportements d'adaptation à la chaleur. Pour bien démontrer l'importance de la prise en compte des différences culturelles dans cette mesure, l'équivalence de quelques questions évaluant des comportements similaires en France et au Québec a fait l'objet d'un traitement statistique.

Au Québec, outre des avertissements d'Environnement Canada, des alertes de chaleur extrême sont émises par l'INSPQ et diffusées par les directions de santé publique des régions touchées, afin de prévenir et de mobiliser les intervenants du réseau de la santé et des services sociaux. Des seuils d'indicateurs météorologiques à partir desquels une alerte de chaleur extrême est émise sont établis pour chacune des régions du Québec à partir des prévisions des deux ou trois prochains jours et d'une pondération. Les coefficients de pondération ainsi que les seuils de chaleur extrême varient selon les régions. Lorsque les valeurs pondérées des températures prévues atteignent ou dépassent les seuils établis, le Système de surveillance et de prévention des impacts sanitaires des événements météorologiques extrêmes (Supreme) de l'INSPQ envoie des avertissements de chaleur extrême⁷.

C'est également à l'initiative de l'INSPQ, responsable de la gestion du volet santé du Plan d'actions sur les changements climatiques (PACC) 2013-2020, que l'OQACC a été créé. Ses objectifs sont de : 1) dresser un portrait exhaustif de l'adaptation à divers aléas climatiques (*i.e.* les vagues de chaleur et les inondations) dans des sous-groupes populationnels et organisationnels ; 2) mettre en lumière les précurseurs de l'adaptation en étudiant des déterminants de l'adoption de comportements d'adaptation au niveau individuel et organisationnel. L'OQACC poursuivra ces objectifs, de façon à fournir des outils aux autorités de santé publique dans leurs efforts de surveillance de l'adaptation aux changements climatiques. De 2015 à 2017, l'OQACC a mené un certain nombre d'études orientées vers ces objectifs⁸⁻¹².

En France, après la canicule d'août 2003, la Direction générale de la santé (DGS) a conçu et mis en place le plan national canicule (PNC) pour prévenir et intervenir plus efficacement lors de périodes de fortes chaleurs. Le plan est décliné en quatre niveaux en lien avec les niveaux de la vigilance météorologique ; c'est le préfet de département qui est en charge de déclencher ou pas l'alerte pour son département. Conçu et actualisé annuellement par un ensemble d'institutions à l'échelle nationale, le plan est ensuite décliné selon les ressources et les besoins de chaque région, département ou municipalité. Les parties prenantes locales sont ainsi les acteurs principaux du PNC. Santé publique France est l'agence nationale de santé publique en charge de la surveillance des effets des canicules. D'abord dirigé vers l'alerte, les dispositifs d'information ont, plus récemment, incorporé des enquêtes sur la mise en œuvre de la prévention au niveau local.

Méthodes

Dans le cas du Québec, le présent article donne un aperçu des travaux menés par l'OQACC sur la surveillance des comportements d'adaptation à la chaleur adoptés sur le plan individuel et organisationnel ainsi que sur l'étude des déterminants psychosociaux de l'adoption de ces comportements. Dans le cas de la France, il présente les travaux menés par Santé publique France à partir de deux études : l'une sur les connaissances, attitudes, croyances et comportements de la population générale¹³, et l'autre sur la mise en œuvre de ses recommandations auprès des parties prenantes du PNC¹⁴.

Dans une première section, une analyse comparative des démarches retenues, des populations sondées et des échantillons obtenus, des méthodes de collecte et d'analyse des données sera présentée. Dans une seconde section, une analyse métrologique comparative portera sur les différences culturelles au regard de certaines formulations utilisées dans chaque questionnaire.

Résultats

Analyse comparative des démarches québécoise et française

Le tableau 1 présente les résultats des principales dimensions comparatives des approches québécoise et française quant à la caractérisation des comportements d'adaptation à la chaleur et la perception du risque lié à cet aléa.

Variables investiguées

L'OQACC a jusqu'ici mené cinq études, soit deux auprès de la population générale (septembre à novembre 2015 et novembre à décembre 2016), une auprès des personnes âgées de 65 ans et plus (janvier à février 2017) et deux en milieux organisationnel menées simultanément : municipalités et établissements de santé (juin à septembre 2016). Aucune de ces études n'a été réalisée suite à un épisode caniculaire important.

Ces études reposent principalement sur deux cadres théoriques : 1) la théorie psychosociale de la prédiction des comportements humains, dite du comportement planifié (TCP)¹⁵ ; 2) le modèle des croyances relatives à la santé (*Health Belief Model*)¹⁶. La TCP postule l'existence de trois variables prédictives de l'intention d'adopter le comportement et du comportement lui-même, à savoir : a) l'attitude vis-à-vis de l'adoption du comportement visé, b) les influences et les pressions perçues ou pressenties pour adopter le comportement et c) la perception ou le sentiment de contrôle vis-à-vis de l'adoption du comportement en question. L'utilité de ce modèle explicatif des comportements dans des contextes variés a maintes fois été démontrée¹⁷, l'auteur d'une revue de la littérature soulignant même qu'il s'agissait, à ce jour, d'un modèle psychosocial qui s'était avéré utile pour mieux comprendre les comportements pro-environnementaux¹⁸.

Le modèle des croyances relatives à la santé a également été employé pour prédire une grande variété de comportements, notamment les actions pour s'adapter et faire face aux menaces et impacts associés aux changements climatiques. Les variables associées à ce modèle sont les suivantes : vulnérabilité perçue, gravité perçue et avantages perçus¹⁶.

Du côté français, dans l'optique d'améliorer le PNC actuel, Santé publique France a mené deux études, qui suivaient de quelques mois deux épisodes caniculaires importants :

- la première s'est déroulée en octobre 2015 auprès de la population générale résidant en France métropolitaine. Elle avait pour objectif de faire le point sur les connaissances, la perception des risques et les comportements associés aux fortes chaleurs et à la canicule par la population afin de définir des axes d'amélioration en vue d'une meilleure prévention¹³ ;
- la seconde s'est déroulée de juillet à octobre 2016 auprès des acteurs locaux du plan canicule et avait pour objectifs d'évaluer : la perception du PNC et de ses enjeux par les parties prenantes locales ; le retour d'expérience des acteurs sur la mise en œuvre du PNC et son efficacité, ainsi que leur ressenti sur son efficacité potentielle dans la perspective de canicules comparables ou supérieures à celle de 2003 ; les attentes des parties prenantes dans une optique d'amélioration de la prévention des conséquences sanitaires des canicules, en particulier *via* l'optimisation du PNC¹⁴.

Populations sondées et échantillons

Sur le plan des populations sondées, les démarches française et québécoise se rejoignent. Chacune s'appuie d'une part sur des enquêtes populationnelles, avec des échantillons représentatifs à l'échelle des populations, et, d'autre part, sur des consultations auprès des principaux acteurs institutionnels et du terrain. L'approche québécoise s'est toutefois concentrée sur un nombre plus restreint de catégories de répondants, tant au niveau des municipalités québécoises que du réseau de la santé. Contrairement à l'approche française, qui s'est concentrée sur certaines villes, l'approche québécoise a sondé systématiquement l'ensemble des répondants institutionnels appartenant aux catégories ciblées.

Méthodes de collecte des données

Dans les deux pays, les enquêtes populationnelles ont été effectuées par téléphone *via* des instituts de sondages.

Concernant les enquêtes auprès des parties prenantes, côté québécois il s'agissait d'une enquête en ligne alors que du côté français il s'agissait plutôt d'entretiens semi-directifs en face-à-face : individuellement pour les acteurs institutionnels et les structures relais de terrain, en groupes de discussion pour les professionnels intervenant au domicile des personnes âgées.

Tableau 1

Résultats de l'analyse comparative des approches françaises et québécoises sur la caractérisation des comportements d'adaptation à la chaleur et la perception du risque lié à cet aléa

Dimensions comparatives	France	Québec
Variables investiguées	<p>Enquête en population</p> <ul style="list-style-type: none"> Mesures des comportements, du degré de connaissance et des opinions des Français au sujet des risques liés aux fortes chaleurs et à la canicule, de l'adoption des gestes de prévention, de l'attitude face aux personnes vulnérables <p>Enquêtes auprès des parties prenantes locales</p> <ul style="list-style-type: none"> Perception du plan national canicule (PNC) et de ses enjeux Mise en œuvre du PNC Efficacité rétrospective du PNC Efficacité prospective du PNC Attentes 	<p>Enquêtes en population et organisationnelles</p> <p>Théorie du comportement planifié [15]</p> <ul style="list-style-type: none"> Attitudes vis-à-vis de l'adoption de comportements d'adaptation Pression (normes) sociales Perception de contrôle Intention d'adopter des comportements d'adaptation <p>Modèle des croyances relatives à la santé (<i>Health Belief Model</i>) [16]</p> <ul style="list-style-type: none"> Vulnérabilité (risque perçue) Gravité (sévérité des dommages perçue) Avantages (efficacité des mesures perçue)
Populations cibles	<p>Enquête en population [13]</p> <ul style="list-style-type: none"> Population française âgée de 18 ans ou plus résidant en France métropolitaine <p>Enquêtes auprès des parties prenantes locales [14]</p> <p>1. Acteurs institutionnels</p> <ul style="list-style-type: none"> Préfet ou un représentant de son service qualifié sur la question Représentant de l'Agence régionale de santé (ARS) Mairie : maire et/ou adjoint qualifié sur la question ; responsable du Centre communal d'action social (Ccas); Personnel du Centre local d'information et de coordination pour les personnes âgées (Clic) Paris : fonctionnaire chargé de la résilience (canicule, inondations, attentats, etc.) dans le cadre du programme 100 villes résilientes <p>2. Acteurs de terrain</p> <ul style="list-style-type: none"> Représentant du Samu social Représentant d'une association impliquée dans l'assistance aux personnes vulnérables à la chaleur (ex. : Croix-Rouge, Petits frères des pauvres) Représentant d'un service chargé des personnes vulnérables (type hébergement d'urgence ou centre d'accueil, etc.) Médecin urgentiste ou infirmier hospitalier Responsable de services de soins infirmiers à domicile (SSIAD) Responsable de services d'aide et d'accompagnement à domicile (SAAD) Médecin en charge de la coordination des structures d'accueil des personnes âgées au niveau communal ou intercommunal (ex. réseau de médecins d'établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (Ehpad)) Responsable de crèche Directeur d'école Responsable de centres de loisir <p>3. Professionnels intervenant au domicile des personnes âgées</p> <ul style="list-style-type: none"> Infirmiers, aides-soignants, auxiliaires de vie 	<p>Enquêtes en population</p> <ul style="list-style-type: none"> Personnes âgées de 18 ans ou plus qui habitent dans l'une ou l'autre des 10 plus grandes villes du Québec [8,9] Québécois et Québécoises âgés de 65 ans et plus et habitant dans l'une ou l'autre des 10 plus grandes villes du Québec [10] <p>1. Enquêtes organisationnelles</p> <p>Municipalités québécoises (4 enquêtes) [11]</p> <ul style="list-style-type: none"> Directions générales (toutes les municipalités québécoises) Responsables de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire (municipalités dont la population est supérieure à 5 000 habitants) Responsables des travaux publics et édifices municipaux (municipalités dont la population est supérieure à 5 000 habitants) Responsables de la sécurité civile et des mesures d'urgence (toutes les municipalités québécoises) <p>2. Réseau de la Santé (2 enquêtes) [12]</p> <ul style="list-style-type: none"> Responsables de la sécurité civile et des mesures d'urgence des établissements de santé (tous les établissements) Responsables de la santé environnementale dans les directions de santé publique au Québec (toutes les directions de santé publique)



Tableau 1 (suite)

Dimensions comparatives	France	Québec
Échantillons	<p>Enquête en population (octobre 2015) [13]</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 504 personnes âgées de 18 ans et plus résidant en France métropolitaine, dont 935 âgées de 65 ans et plus. Parmi ce dernier groupe de répondants, 501 proviennent d'un sur-échantillon national. Ce sur-échantillonnage a été réalisé pour obtenir une taille d'échantillon suffisamment grande pour pouvoir effectuer des analyses statistiques plus fines chez le groupe des personnes âgées de 65 ans et plus. • Cet échantillon représentatif est construit selon la méthode des quotas appliquée aux variables suivantes : sexe, âge, catégorie socioprofessionnelle du chef de ménage, stratification par région et catégorie d'agglomération. <p>Enquêtes auprès des parties prenantes locales de 6 villes : Laon, Lyon, Nantes, Nice, Paris et Strasbourg (juillet à octobre 2016) [14]</p> <p>Prise en compte des variables suivantes dans le choix des 6 villes :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Région et climat (Est/Ouest/Sud/Nord/Centre) • Taille (petite, moyenne, grande) • Expérience de la chaleur (faible, fréquente) • Nombre d'épisodes de vigilance canicule (avertissement) et de canicule effective en 2015 • Surmortalité (de la région où se situe la ville) durant l'été 2015 <p>1. Acteurs institutionnels</p> <ul style="list-style-type: none"> • Préfet ou un représentant de son service qualifié sur la question (n=5/6^a) • Représentant de l'Agence régionale de santé (ARS) (n=6/6^a) • Mairie : Maire et/ou adjoint qualifié sur la question ; Responsable du Centre communal d'action sociale (Ccas); personnel du Centre local d'information et de coordination pour les personnes âgées (Clic) (n=23/23^a) <p>Paris : fonctionnaire chargé de la résilience (canicule, inondations, attentats, etc.) dans le cadre du programme 100 villes résilientes (n=1/1^a)</p> <p>2. Acteurs de terrain de 6 villes : Laon, Lyon, Nantes, Nice, Paris et Strasbourg</p> <ul style="list-style-type: none"> • Représentant du Samu social (n=4/6^a) • Représentant d'une association impliquée dans l'assistance aux personnes vulnérables à la chaleur (ex. Croix-Rouge, Petits frères des pauvres) (n=8/8^a) • Représentant d'un service chargé des personnes vulnérables (type hébergement d'urgence ou centre d'accueil, etc.) (n=6/6^a) • Médecin urgentiste ou infirmier hospitalier (n=7/7^a) • Responsable de services de soins infirmiers à domicile (SSIAD) (n=6/6^a) • Responsable de services d'aide et d'accompagnement à domicile (SAAD) (n=7/7^a) • Médecin en charge de la coordination des structures d'accueil des personnes âgées au niveau communal ou intercommunal (ex. réseau de médecins d'établissements d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (Ehpad) (n=6/6^a) • Responsable de crèche (n=6/6^a) • Directeur d'école (n=6/6^a) • Responsable de centres de loisir (n=5/6^a) <p>3. Professionnels intervenant au domicile des personnes âgées</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infirmiers, aides-soignants, auxiliaires de vie (n=30/30^a) 	<p>Trois enquêtes en population</p> <ul style="list-style-type: none"> • 2 000 personnes vivant dans les 10 villes les plus peuplées du Québec (septembre à novembre 2015) [8] • 1 030 personnes vivant dans les 10 villes les plus peuplées du Québec (novembre à décembre 2016) [9] • 1 002 répondants âgés de 65 ans et plus et vivant dans l'une ou l'autre des 10 plus grandes villes du Québec (janvier à février 2017) [10] <p>Deux enquêtes organisationnelles</p> <p>1. Municipalités québécoises (juin à septembre 2016) [11]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Directions générales (toutes les municipalités québécoises, n=91) • Responsables de l'urbanisme et de l'aménagement du territoire (municipalités dont la population est supérieure à 5 000 habitants, n=84) • Responsables des travaux publics et édifices municipaux (municipalités dont la population est supérieure à 5 000 habitants, n=46) • Responsables de la sécurité civile et des mesures d'urgence (toutes les municipalités québécoises ; n=106) <p>2. Réseau de la Santé (juin à septembre 2016) [12]</p> <ul style="list-style-type: none"> • Responsables de la sécurité civile et des mesures d'urgence des établissements de santé (tous les établissements, n=27) • Responsables de la santé environnementale dans les directions de santé publique au Québec (toutes les directions de santé publique, n=17)



Tableau 1 (suite)

Dimensions comparatives	France	Québec
Méthodes de collecte de données	Enquête en population <ul style="list-style-type: none"> Sondages téléphoniques Enquête auprès des parties prenantes locales <ol style="list-style-type: none"> Acteurs institutionnels et de terrain <ul style="list-style-type: none"> Entretiens individuels Professionnels intervenant au domicile des personnes âgées <ul style="list-style-type: none"> Groupes de discussion de 4-5 personnes 	Enquête en population <ul style="list-style-type: none"> Sondages téléphoniques Enquêtes organisationnelles <ul style="list-style-type: none"> Questionnaires auto-administrés en ligne
Stratégie d'analyse de données	Enquête en population <ul style="list-style-type: none"> Statistiques descriptives Tests de comparaison des moyennes et des fréquences Enquêtes auprès des parties prenantes locales <ul style="list-style-type: none"> Analyse de contenu 	Enquête en population Analyses indicielles <ul style="list-style-type: none"> Analyse d'items, factorielle confirmatoire, en correspondance multiple, validation des critères Analyses effectuées sur les deux temps de mesure <ul style="list-style-type: none"> Analyse de variance d de Cohen pour mesurer la taille d'effet : Analyse d'invariance multi-groupes pour valider la structure factorielle de l'indice Analyses effectuées sur le 2^e temps de mesure <ul style="list-style-type: none"> Modélisation à l'aide d'analyses par équations structurelles Analyse de variance : pour vérifier si la perception de l'efficacité des comportements d'adaptation sur les impacts sanitaires varie en fonction du sexe et de l'âge

^a Ce dénominateur correspond au nombre de personnes prévues initialement pour participer à l'étude. Il ne s'agit pas de la taille de la population cible, ce nombre étant difficilement estimable. De plus, cette collecte de données à caractère qualitatif n'avait pas pour objectif de généraliser les résultats à la population cible.

Stratégie d'analyse de données

En France :

- l'enquête en population a porté sur deux échantillons (18 ans et plus, et un sous-échantillon de 65 ans et plus) constitués de manière à être représentatifs de la population concernée selon la méthode des quotas appliquée aux variables suivantes : sexe, âge, catégorie socioprofessionnelle du chef de ménage, stratification par région et catégorie d'agglomération. L'échantillon global a été redressé sur ces mêmes variables afin de disposer de résultats représentatifs de la population de 18 ans ou plus et de la population de 65 ans ou plus. Les analyses ont été effectuées sur chaque échantillon et, au sein de chacun d'eux, sur des sous-populations spécifiques (hommes/femmes, faibles/moyens/forts revenus, locataires/propriétaires, etc.) afin de voir si elles répondaient différemment ou pas aux questions ;
- l'enquête auprès des parties prenantes locales a reposé sur des entretiens semi-directifs menés dans six villes (Paris, Nice, Nantes, Strasbourg, Laon et Lyon) situées dans des régions (au nord, au sud, à l'est, à l'ouest et au centre de la France) présentant des caractéristiques

variées en termes de climat, de taille, d'expérience de la chaleur, de mesures de gestion ou de surmortalité lors de la canicule 2015. Dans ces villes, des entretiens individuels ont été menés auprès des acteurs institutionnels et de terrain du PNC, et des entretiens par mini-groupes auprès de professionnels intervenant au domicile des personnes âgées. Les entretiens ont été partiellement retranscrits en respectant l'anonymat des personnes interrogées. Une analyse de contenu thématique a ensuite été réalisée.

Au Québec :

- le principal objectif était de développer des indices valides en vue de réaliser éventuellement un suivi temporel de l'adaptation. Développer des indices implique d'abord une analyse d'items ou un examen du comportement empirique des variables constituantes des indices. L'objectif de cette analyse, réalisée à partir de la théorie de la réponse aux items (TRI)¹⁹, est de qualifier les items par rapport à un certain nombre de paramètres psychométriques et de déterminer quels sont ceux qui méritent de faire partie de l'instrument de mesure. Dans le cadre d'une étude⁸ menée en 2016, l'OQACC

a pu réaliser des analyses factorielles confirmatoires (AFC) et des analyses des correspondances multiples (ACM). Alors que l'AFC est effectuée pour vérifier l'unidimensionnalité des indices, l'ACM permet de réduire des données en les classant dans des catégories ;

- de manière à pouvoir interpréter adéquatement l'évolution de l'adaptation dans le temps, une analyse statistique a été réalisée sur les données de deux études conduites en 2015 et 2016^{9,10}, et ce afin de vérifier la validité d'un indice d'adaptation à la chaleur. Enfin, il a été possible dans trois études⁹⁻¹¹ d'identifier des déterminants de l'adaptation chez les populations sondées en testant les théories retenues (par exemple la TCP) à l'aide d'équations structurelles.

Formulation des questions

Nous avons ici voulu vérifier si les questions dont les formulations sont similaires dans les questionnaires français et québécois sont équivalentes au plan sémantique, c'est-à-dire si elles renvoient à un même concept ou comportement. Une analyse visant à montrer la présence ou l'absence d'un fonctionnement différentiel d'items a été réalisée afin de déterminer si les items (c'est-à-dire les questions) utilisés de part et d'autre mesuraient bien le même trait (*i.e.* la propension à s'adapter telle que mesurée, en quelque sorte, par la somme des scores obtenus à une série de questions évaluant l'adoption de comportements d'adaptation)²⁰. Le but d'une étude du fonctionnement différentiel d'item est de s'assurer que des facteurs exogènes au test (qui pourraient s'apparenter à des facteurs de confusion) ne donneront pas un avantage ou un désavantage à certains groupes de sujets. En d'autres mots, il s'agit de déterminer si la probabilité d'obtenir un score donné à un item (*i.e.* à une question mesurant un comportement d'adaptation à la chaleur) est affectée par d'autres facteurs que le niveau de propension à s'adapter à la chaleur des répondants. Des différences culturelles peuvent en effet affecter cette probabilité, ou encore des processus cognitifs différenciés. Lorsque cette situation se produit,

on dit que ces items présentent un fonctionnement différentiel. La prudence est donc de mise avant d'utiliser un même item d'un contexte culturel à un autre. Une validation de l'équivalence des items, notamment à l'aide d'analyses métriques telles que l'étude de fonctionnement différentiel d'item, est nécessaire à cette fin.

Le tableau 2 présente les formulations utilisées pour les quatre comportements individuels retenus d'adaptation à la chaleur, compte tenu de leurs similitudes dans les études québécoises et françaises. Le questionnaire québécois évaluait 18 comportements. Le questionnaire français en évaluait 9.

Les figures 1, 2, 3, 4 permettent de vérifier la présence ou l'absence d'un fonctionnement différentiel d'item pour chaque comportement observé. Le fait que des répondants québécois et français, présentant une propension similaire à s'adapter (l'abscisse sur chacune des figures), aient des probabilités différentes de donner la même réponse (l'ordonnée sur chacune des figures) à une question similaire indique un fonctionnement différentiel d'item.

Ainsi, l'item 1 (fermeture des fenêtres, volets, rideaux dans la journée) et l'item 2 (boire de l'eau plus fréquemment) montrent des fonctionnements similaires pour les répondants français et québécois, les deux courbes étant pratiquement superposées (figures 1 et 2).

Il n'en est pas de même pour les items 3 (fréquenter un lieu climatisé) et 4 (se mouiller le corps) (figures 3 et 4). Les répondants français et québécois ne réagissent pas de la même façon à ces deux items. Pour l'item 3 (figure 3), les courbes montrent que pour un même niveau de propension à s'adapter, il est plus probable que les répondants français adoptent le comportement d'adaptation que les répondants québécois.

Enfin, l'item 4 présente aussi un fonctionnement différentiel (figure 4). Cependant, à l'opposé de l'item 3, les courbes montrent cette fois que pour un même niveau de propension à s'adapter, il est plus probable que les répondants québécois adoptent un comportement d'adaptation que les répondants français.

Tableau 2

Formulations retenues dans les questionnaires

	1. Questionnaire France	2. Questionnaire Québec
Comportements d'adaptation	Et vous, personnellement, en cas de très fortes chaleurs, adoptez-vous systématiquement, de temps en temps, rarement ou jamais, des mesures particulières pour vous protéger des effets de la chaleur ?	La prochaine section porte sur les comportements que vous adoptez pour vous rafraîchir ou pour rafraîchir votre logement lorsqu'il fait très chaud et très humide l'été, tellement chaud et humide que plusieurs personnes ont de la difficulté à bien dormir.
1) Fermer les fenêtres, volets, rideaux	Vous fermez les fenêtres et volets dans la journée	Quand il fait très chaud et très humide l'été, pour rafraîchir votre logement, tirez-vous les rideaux ou les stores pour éviter que le soleil réchauffe l'intérieur ?
2) Boire de l'eau	Vous buvez fréquemment et abondamment de l'eau même si vous n'avez pas soif	Quand il fait très chaud et très humide l'été, buvez-vous de l'eau plate (du robinet) comme principal breuvage pour vous rafraîchir ?
3) Fréquenter un lieu climatisé	Vous passez si possible 2 à 3 heures par jour dans un endroit frais ou climatisé	Lorsqu'il fait très chaud et très humide l'été, vous arrive-t-il d'aller vous rafraîchir dans un autre lieu climatisé que votre logement ?
4) Se mouiller le corps	Vous vous mouillez le corps plusieurs fois par jour sans vous sécher	Quand il fait très chaud et très humide l'été, prenez-vous des douches ou des bains plus souvent qu'à l'habitude pour vous rafraîchir ?

Figure 1

Comparaison des formulations utilisées dans les questionnaires français et québécois pour l'item 1 : fermer les fenêtres, volets, rideaux

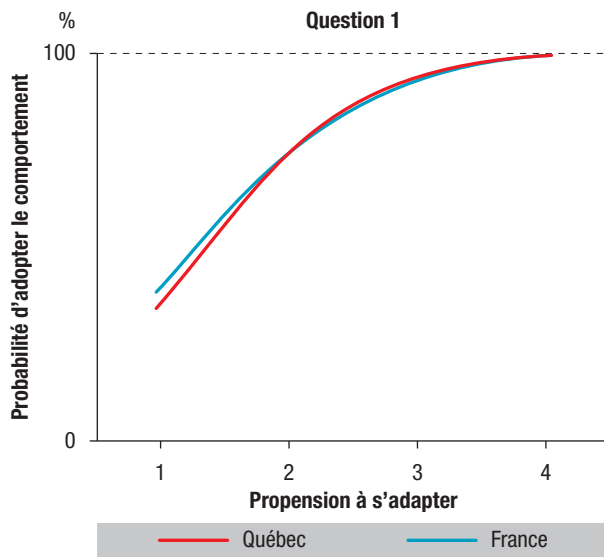


Figure 2

Comparaison des formulations utilisées dans les questionnaires français et québécois pour l'item 2 : boire de l'eau plus fréquemment

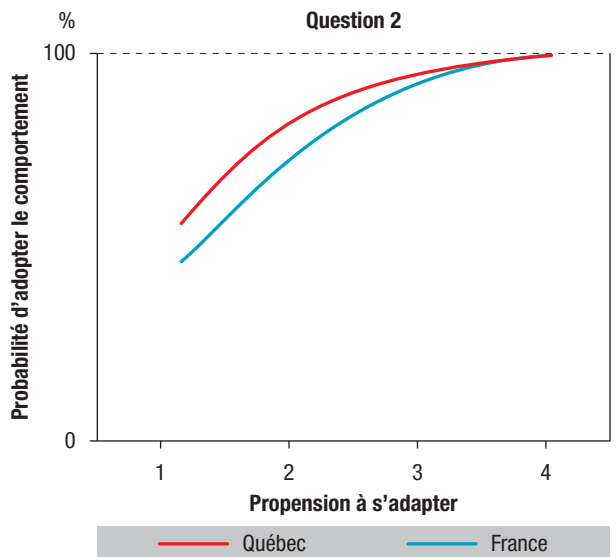


Figure 3

Comparaison des formulations utilisées dans les questionnaires français et québécois pour l'item 3 : fréquenter un lieu climatisé

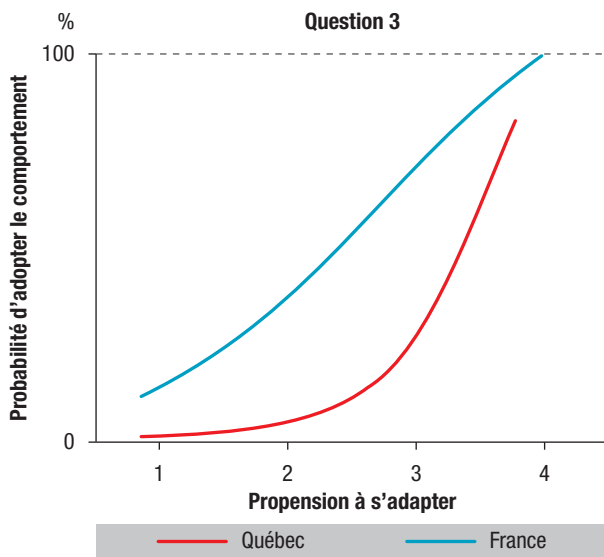
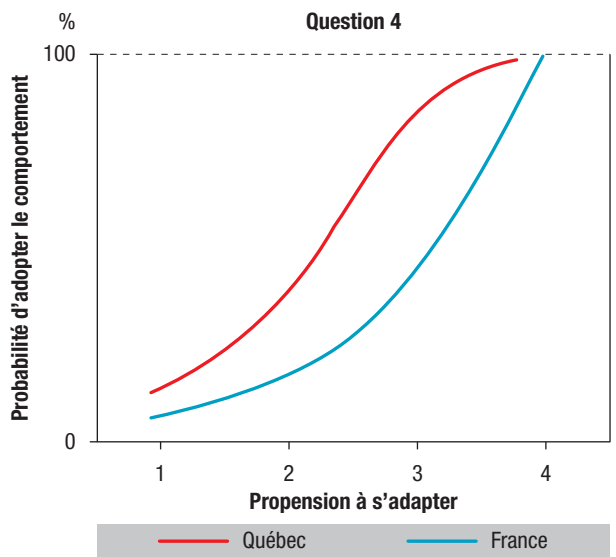


Figure 4

Comparaison des formulations utilisées dans les questionnaires français et québécois pour l'item 4 : se mouiller le corps



Discussion – Conclusion

L'idée derrière la comparaison des questions utilisées dans les deux études n'est pas de suggérer que l'une est supérieure à l'autre, mais bien d'illustrer que des formulations de questions très similaires peuvent mener à des résultats divergents selon le contexte culturel. Il faut donc s'assurer que les différences que l'on pourrait observer entre la France et le Québec, ou tout autre État, au plan de l'adaptation à la chaleur sont réelles et non pas dues au fait que les questions sont biaisées culturellement (*i.e.* que des mots ou concepts utilisés dans les questions sont interprétés différemment par les deux groupes). Par exemple, l'examen des courbes de la question 4 indique que les répondants québécois – peu importe leur niveau de propension à s'adapter – s'humecteraient davantage le corps

que les répondants français. Est-ce que ce comportement est compris différemment en France et au Québec, ou pourrait-on plutôt faire l'hypothèse qu'une chaleur plus humide et inconfortable au Québec amènerait les répondants québécois à exercer davantage ce comportement ? C'est pourquoi d'autres études vérifiant l'invariance ou l'équivalence culturelle des mesures d'adaptation seront nécessaires avant de pouvoir transposer des indices d'un État à un autre. Enfin, le fait que les villes retenues dans le cadre de cette étude présentent des contextes géographiques et socioéconomiques particuliers pourrait constituer une source de biais au niveau de l'échantillonnage. Réaliser le même genre d'étude mais entre des répondants issus de différentes villes pourrait faire l'objet d'une étude future.

Il est également important d'avoir à l'esprit que la collecte de données réalisée en France a eu lieu quelques mois seulement après des épisodes caniculaires de l'été 2015 et que cela peut avoir eu un effet sur le niveau d'adoption de comportements d'adaptation à la chaleur rapporté. Selon les auteurs de l'étude, bien que plus de 4 personnes sur 10 aient affirmé avoir souffert de la chaleur pendant l'été, les habitants des départements où le seuil d'alerte canicule a été atteint ont déclaré des connaissances et des comportements de prévention tout à fait comparables aux habitants des autres départements. Toutefois, l'impact sur les comportements des messages de prévention a été visiblement plus marqué dans les départements où les messages de prévention ont été plus nombreux en raison de l'activation de la vigilance orange canicule¹³.

Le développement et le raffinement d'indices d'adaptation aux changements climatiques constitue ainsi une voie à privilégier pour permettre un suivi temporel des progrès effectués sur ce plan. Il faut également souligner, sur le plan méthodologique, la pertinence des méthodes de collectes de données qualitatives dans le cadre français et du choix des groupes de répondants interviewés. On peut donc penser que les recommandations proposées à la suite de cet exercice de consultation auprès des différents acteurs locaux et nationaux afin d'améliorer la prévention et la gestion des vagues de chaleur (par exemple améliorer les outils de communication et de prévention pour les professionnels ainsi que pour le grand public, améliorer la formation et l'information, renforcer la collaboration, etc.) reflètent bien les perceptions de l'ensemble des acteurs du terrain.

En définitive, les travaux de Santé publique France et de l'OQACC concourent à rendre davantage concret le concept d'adaptation aux changements climatiques et contribuent du même souffle à en apprécier le niveau à différentes échelles populationnelles et spatiales. Une chose est certaine : il y a encore matière pour des efforts visant à identifier les croyances et compétences en adaptation aux changements climatiques et pour renforcer ces comportements d'adaptation chez les populations et les parties prenantes locales. C'est la voie à suivre pour élaborer des contenus ciblés de communication et de formation en vue du renforcement des pratiques d'adaptation. ■

Références

[1] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Climate change 2013. The physical science basis. Stocker TF *et al.* editors. Cambridge: Cambridge University Press; 2013. 1 535 p. http://www.climatechange2013.org/images/report/WG1AR5_Frontmatter_FINAL.pdf

[2] Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Tobias A, Zanobetti A, *et al.* Changes in susceptibility to heat during the summer: A multicountry analysis. *Am J Epidemiol.* 2016;183(11):1027-36

[3] Kovats RS, Hajat S. Heat stress and public health: A critical review. *Annu Rev Public Health.* 2008;29:41-55

[4] Lebel G, Bustinza R, Gosselin P. Surveillance des impacts sanitaires des vagues de chaleur au Québec: bilan de la saison estivale 2010. Québec: Direction de la santé environnementale et de la toxicologie, Institut national de santé publique du Québec; 2011. 45 p. https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/1275_SurvImpactsChaleurBilanEte2010.pdf

[5] Mora C, Dousset B, Caldwell IR, Powell FE, Geronimo RC, Bielecki CR, *et al.* Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change.* 2017;7(7): 501-6.

[6] Unsworth K, Russell S, Lewandowsky S, Lawrence C, Fielding K, Heath J, *et al.* What about me? Factors affecting individual adaptive coping capacity across different populations. *National Climate Change Adaptation Research Facility, Gold Coast;* 2013. 161 p. <http://websites.psychology.uwa.edu.au/labs/cogscience/publications/unsworth-et-al-13.pdf>

[7] Ministère de la Santé et des Services sociaux. Chaleur accablante et extrême. Système d'alerte et de surveillance. [Internet]. Québec: Gouvernement du Québec; 2017. <http://www.msss.gouv.qc.ca/professionnels/sante-environnementale/chaleur-accablante-et-extreme/systemes-d-alerte-et-de-surveillance/>

[8] Valois P, Talbot D, Renaud JS, Caron M, Carrier MP. Développement d'un indice d'adaptation à la chaleur chez les personnes habitant dans les 10 villes les plus peuplées du Québec (OQACC-001). Québec: Université Laval; 2016. 50 p. http://www.monclimatmasante.qc.ca/Data/Sites/1/publications/rapport_chaleur_versionfinale_rev-final.pdf

[9] Valois P, Talbot D, Renaud JS, Caron M, Bouchard D. Suivi de l'adaptation à la chaleur chez les personnes habitant dans les 10 villes les plus peuplées du Québec (OQACC-008). Québec: Université Laval. (À paraître).

[10] Valois P, Talbot D, Renaud JS, Caron M, Bouchard D. Adaptation des personnes âgées à la chaleur l'été : identification des déterminants d'adaptation à la chaleur (OQACC-009). Québec: Université Laval; 2018. 74 p. <http://www.monclimatmasante.qc.ca/oqacc-nos-publications.aspx>

[11] Valois P, Jacob J, Mehriroz K, Talbot D, Renaud JS, Caron M. Niveau et déterminants de l'adaptation aux changements climatiques dans les municipalités du Québec (OQACC-006). Québec: Université Laval. 2017. 163 p. http://www.monclimatmasante.qc.ca/Data/Sites/1/publications/Rapport_municipalites_2_13_nov_FINAL.pdf

[12] Valois P, Jacob J, Mehriroz K, Talbot D, Renaud JS, Caron M. Portrait de l'adaptation aux changements climatiques dans les organisations du secteur de la santé au Québec (OQACC-007). Québec: Université Laval. (À paraître).

[13] Laaidi K, Perrey C, Léon C, Mazzoni M, Beaudeau P. Connaissances, attitudes et comportements des français face aux fortes chaleurs et à la canicule en 2015. (Soumis).

[14] Étude auprès des parties prenantes locales du PNC : perception du risque et de sa gestion sur le terrain. Résumé des entretiens. Note interne. Saint-Maurice: Santé publique France; 2017. 15 p.

[15] Ajzen I. The theory of planned behaviour. *Organizational Behaviour and Human Decision Processes.* 1991; 50(2):179-211.

[16] Rosenstock IM. The health belief model and preventive health behavior. *Health Education Monographs.* 1974;2(4): 354-86.

[17] Ajzen, I. The theory of planned behaviour: Reactions and reflections. *Psychol Health.* 2011;26(9):1113-27.

[18] Gifford R. The dragons of inaction: psychological barriers that limit climate change mitigation and adaptation. *Am Psychol.* 2011;66(4):290-302.

[19] Embretson SE, Reise SP. Item response theory for psychologists. Mahwah (NJ): Psychology Press; 2013.

[20] Thissen D, Steinberg L, Wainer H. Detection of differential item functioning using the parameters of item response models. In: Holland PW, Wainer H (eds). *Differential item functioning.* Hillsdale (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; 1993. p. 67-113.

Citer cet article

Valois P, Laaidi K, Jacob J, Beaudeau P. Comparaison des méthodes et des questions utilisées pour suivre l'adaptation face aux épisodes de chaleurs élevées en France et au Québec. *Bull Epidémiol Hebd.* 2018;16-17:345-53. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2018/16-17/2018_16-17_5.html

LES VILLES ET LA CANICULE : SE PRÉPARER AU FUTUR ET PRÉVENIR LES EFFETS SANITAIRES DES ÎLOTS DE CHALEUR URBAINS

// CITIES AND HEATWAVES: PREPARE THE FUTURE AND PREVENT HEALTH EFFECTS OF URBAN MICRO-HEAT ISLANDS

Tarik Benmarhnia¹, Pascal Beaudeau² (pascal.beaudeau@santepubliquefrance.fr)

¹ Université de Californie, San Diego, États-Unis

² Santé publique France, Saint-Maurice, France

Soumis le 30.01.2018 // Date of submission: 01.30.2018

Résumé // Abstract

Le changement climatique en cours implique une augmentation tendancielle des températures et de la fréquence, de l'intensité et de la durée des canicules. Depuis 2003 en France, l'effort de prévention des effets sanitaires des canicules a principalement porté sur la mise en place de mesures d'urgence lors de la survenue de canicules, dont l'exécution revient *in fine* aux communes et aux acteurs locaux. En complément de ces mesures, des villes mettent désormais explicitement en avant la réduction des îlots de chaleurs urbains dans leurs projets d'aménagement urbain, notamment en valorisant la modération thermique que peuvent procurer les espaces verts irrigués. Cet article synthétise les arguments qu'offre l'épidémiologie à une telle orientation et plaide pour une prise en compte conjointe des déterminants physiques (naturels, urbanistiques, architecturaux) et sociétaux du risque dans la prévention des effets sanitaires des canicules, pour le développement de formations adaptées et pour une collaboration accrue entre les acteurs nationaux et locaux.

The ongoing climate change involves an increase in temperatures and frequency, intensity and duration of heat waves. Since 2003 in France, the effort to prevent the health effects of heat waves has mainly focused on the implementation of emergency measures during heat wave days, for which the implementation is managed by municipalities and local actors. In addition to such measures, cities are now unequivocally promoting the reduction of urban heat islands in their urban development projects, particularly through the use of green spaces to mitigate urban heat island intensity. This article summarizes the arguments offered by the epidemiological literature as regards the benefits of greening cities and calls for a joint consideration of the physical (natural, urbanistic, architectural) and social determinants in the prevention of the health effects of heat waves, for the development of adapted training and for increased collaborations between national and local stakeholders.

Mots clés : Canicule, Changements Climatiques, Chaleur, Îlot de chaleur urbain, Espaces verts, Inégalités sociales de santé

// **Keywords:** Heat waves, Climate change, Heat, Urban heat island, Green space, Social inequalities in health

Introduction

La nécessité d'adapter les villes aux changements climatiques pour protéger la santé des citoyens s'impose progressivement. Ceci nécessite le resserrement des liens entre les acteurs de la santé publique et de l'aménagement urbain. Ainsi, les recommandations issues de la concertation nationale pour un deuxième plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC) soulignent le besoin de renforcer la prise en compte des impacts sanitaires dans l'adaptation des villes et du cadre bâti, et de développer des outils pour prévoir ces impacts¹.

Les liens entre urbanisme, santé et adaptation aux changements climatiques sont très complexes. La question plus restreinte de l'urbanisme, des vagues de chaleur et de la santé peut permettre d'amorcer une culture commune. Elle constitue une priorité compte

tenu de l'extension géographique et calendaire des vagues de chaleur en France, ainsi que de l'augmentation certaine de leur fréquence, durée et intensité dans les décennies à venir².

La prévention des impacts sanitaires de la chaleur doit composer avec une réponse sanitaire très différente selon l'intensité de la chaleur. La littérature épidémiologique a pu mettre en évidence la nature non-linéaire de la relation dose-réponse entre températures chaudes et indicateurs de santé³. Ainsi, lors de chaleurs extrêmes, on observe un emballement du risque de mortalité dont les conséquences peuvent être dramatiques, comme en 2003. Ces situations nécessitent une mobilisation rapide pour protéger les personnes et éviter l'embolisation du système de soin. Elles sont gérées comme des urgences sanitaires et s'appuient sur des systèmes d'alerte canicule et sur une communication renforcée visant à promouvoir des comportements préventifs adaptés⁴.

Les conséquences tragiques des canicules extrêmes, qui demeurent rares, et la gestion fondée sur l'alerte tendent à masquer l'existence d'un impact de la chaleur modérée. Cet impact correspond à un risque faible, moins perceptible mais survenant à des températures plus fréquemment observées et représentant un fardeau sanitaire majeur. Ainsi, des études multicentriques internationales ou canadiennes^{5,6} ont pu mettre en évidence que la majorité du fardeau sanitaire lié aux températures chaudes est surtout dû aux températures intermédiaires et non pas aux extrêmes. Contrairement aux mécanismes d'action des températures extrêmes sur la mortalité, ceux mis en œuvre aux températures non-extrêmes soulèvent encore de nombreuses interrogations.

Pour être efficace, la prévention des impacts sanitaires de la chaleur doit combiner des actions d'urgence lors des canicules et des interventions de fond visant à tempérer les villes. La France est reconnue pour son plan national canicule⁷, qui vise à réduire les effets aigus de la canicule en réalisant des alertes météorologiques et une information d'urgence visant l'adoption de comportements adaptés, et en mobilisant les parties prenantes dans une démarche de prévention⁸. Cependant, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pointe l'effort à produire dans le long terme en matière d'aménagements urbains⁹.

De nombreuses initiatives sont prises par les villes notamment pour lutter contre les îlots de chaleur urbains, y compris en France¹⁰. Cet article présente l'état d'une réflexion sur les enjeux, les besoins et les outils à déployer dans les prochaines années pour accompagner ces approches pérennes, en se concentrant sur le sujet spécifique de l'îlot de chaleur urbain.

L'îlot de chaleur urbain, un facteur important de vulnérabilité des villes à la chaleur

Le phénomène de l'îlot de chaleur urbain (ICU) fait référence au fait que, dans un contexte et pour un jour donnés, les températures sont plus chaudes en ville qu'à la campagne, en lien avec l'emprise du bâti et des surfaces artificielles ainsi que la consommation d'énergie intra-urbaine¹¹. Il existe également d'importantes différences de températures à l'intérieur même des villes, constituant des micro-îlots de chaleur urbains (MICU)^{12,13}. En France, des excès de température de 7 à 8°C par rapport aux secteurs péri-urbains peuvent par exemple être observés dans des MICU au sein de Toulouse, Strasbourg ou Paris pendant les nuits d'été¹⁴. La surexposition aux températures chaudes due aux MICU se répercute en risque sanitaire : pendant la canicule de 2003 à Paris, la mortalité dans les quartiers les plus exposés aux fortes chaleurs était le double de celle enregistrée dans les quartiers les moins exposés, alors que la différence de température (moyenne sur la durée de l'épisode) n'atteignait qu'un demi-degré¹⁵. Des observations similaires sont rapportées dans la littérature : par exemple, à Birmingham, ce phénomène aurait contribué à environ la moitié de la mortalité totale observée en août 2003^{16,17}.

Une revue systématique et méta-analyse de la littérature épidémiologique portant sur la modification de l'effet des températures chaudes sur la santé par les MICU a été récemment menée¹³. Onze études ont pu être identifiées et des ratios de risques relatifs (RRR), comparant au sein de chaque ville les individus vivant dans des quartiers plus chauds (ou avec moins d'espaces verts) aux individus vivant dans les quartiers moins chauds (ou avec plus d'espaces verts), ont été calculés. Ces études ont été menées principalement en Europe et en Amérique du Nord. Les indicateurs pour représenter les MICU incluent des mesures locales de températures, des indicateurs composites de charge thermique (tels que l'*Urban Heat Island Index*¹⁸). De manière globale, les personnes vivant au sein d'un MICU subissent une augmentation de risque (quels que soient les indicateurs utilisés pour représenter le MICU ou la mesure de risque utilisée) plus importante que les personnes vivant hors des MICU (avec des RRR entre 1,05 et 1,06).

Bien que la littérature épidémiologique prise dans son ensemble suggère que vivre dans un MICU expose les populations à des risques de mortalité plus importants en lien avec des températures chaudes et les vagues de chaleur, il y a encore beaucoup d'hétérogénéité dans les études analysées, notamment en termes d'indicateurs utilisés pour caractériser les MICU, montrant que la mesure de ces derniers n'est pas consensuelle.

En termes d'interventions, différents facteurs déterminent à la fois l'intensité globale du MICU et sa géographie à l'échelle infra-urbaine. Si certains déterminants physiques du risque laissent peu de prise à la réduction de leur effet défavorable (éléments topographiques naturels), la plupart de ces déterminants peuvent être modifiés à long terme (plusieurs décennies), à condition d'inscrire ces objectifs dans l'agenda des aménagements urbains et dans les bonnes pratiques architecturales.

Une couleur de revêtement réfléchissante est favorable, ainsi qu'une organisation d'un bâti qui entrave peu l'aération et l'évacuation de la chaleur... La présence de l'eau est un facteur déterminant de modération des températures, que ce soit sous forme de plans d'eau, de rivière ou encore de végétation. L'évapotranspiration d'un parc procure un effet rafraichissant sensiblement égal à celui dû à l'évaporation d'un plan d'eau de surface égale, à condition toutefois que le parc ne soit pas lui-même soumis au stress hydrique, mais au contraire irrigué à hauteur du besoin des plantes. Ainsi, la proximité de la Seine et des espaces verts modulent la géographie des températures dans Paris, avec des gradients intramuros induits atteignant 2 à 4°C lors de la canicule 2003¹⁵. Les espaces verts sont ainsi perçus comme une piste prometteuse pour réduire l'exposition locale aux températures chaudes, d'autant qu'ils génèrent des bénéfices sanitaires plus larges et de mieux en mieux documentés¹⁹.

À une échelle encore plus locale, l'architecture contribue aussi au risque. Par exemple, une bonne

isolation thermique du bâtiment divise le risque par cinq, à condition que la ventilation naturelle soit maintenue. L'orientation du logement, la présence de contrevents (occultation des fenêtres par l'extérieur), d'ouverture sur des façades opposées et l'étage font aussi des différences sensibles de température qui s'accroissent fortement en termes de risque de mortalité. À Paris en 2003, habiter sous les toits multipliait le risque de mortalité par quatre²⁰. Les personnes équipées de climatiseurs individuels sont protégées de la chaleur. En rejetant la chaleur dans la rue, la climatisation individuelle engendre cependant un sur-risque sensible chez ceux qui n'en bénéficient pas, ce qui incline les villes comme Paris à promouvoir des équipements collectifs qui ne présentent pas cet inconvénient²¹.

Îlot de chaleur urbain, facteurs de risques et inégalités sociales de santé : une question à développer

Il existe de puissants facteurs personnels (non environnementaux) qui déterminent le risque, à commencer par l'âge²², certaines maladies chroniques²³ et la précarité socioéconomique²⁴. Certains facteurs environnementaux comme l'exposition plus forte à la pollution atmosphérique, les conditions de logement ou l'accès à la climatisation sont directement influencés par le niveau socioéconomique des populations^{25,26}. Les interactions entre ces déterminants restent cependant complexes. Par exemple, à Paris, les quartiers avec une part plus élevée de personnes âgées ont connu un impact plus faible pendant la vague de chaleur de 2003, suggérant que la capacité socioéconomique pouvait compenser la vulnérabilité liée à l'âge²⁷. Une analyse spatio-temporelle des impacts des températures extrêmes sur la mortalité des personnes âgées de plus de 65 ans, menée à Paris à une échelle très fine, a mis en évidence que la majorité de la surmortalité pendant des jours définis comme vagues de chaleur survenait surtout dans certains quartiers de l'est de la ville, mettant en évidence des cas groupés de mortalité liée à la chaleur. Il a aussi pu être montré que ces cas étaient associés à une proportion importante de personnes de nationalité étrangère (*i.e.* indiquant un possible manque d'accès aux soins et souvent l'appartenance à une catégorie sociale défavorisée), à une exposition chronique plus forte aux particules fines et au manque d'espaces verts²⁸.

Dans la littérature, plusieurs travaux ont tenté d'estimer et de cartographier la vulnérabilité à la chaleur en combinant les facteurs de risques environnementaux et sociaux à une échelle géographique fine, afin d'orienter les actions de prévention. Un atelier organisé en 2013 par l'Institut de veille sanitaire avait recensé plusieurs de ces travaux²⁹ en mettant en lumière le manque de dialogue entre les communautés de la santé et de l'urbanisme ainsi que, concrètement, le manque de définition partagée et standardisée de la vulnérabilité et l'absence de guide pour la sélection des variables à cartographier.

Faire converger les actions locales et les actions nationales

Un premier recensement initié par Santé publique France a permis d'identifier une dizaine de villes engagées sur des dispositifs originaux de protection des personnes vulnérables et sur la mise à disposition de lieux rafraîchis en cas de canicule. Les maires prennent aussi conscience de l'importance de l'aménagement¹⁰ pour la santé. Les projets d'aménagement des villes (Paris, Lyon, Grenoble, Lille...) intègrent de plus en plus des objectifs spécifiques de réduction des MICU. S'agissant le plus souvent de la création d'espaces verts irrigués ou de toitures et murs végétalisés, le mérite de ces projets ne se limite pas à la réduction du risque caniculaire : ils améliorent le bien-être des populations et l'attractivité des villes. La formation des élus et des personnels territoriaux est un point fondamental qui conditionnera la vitesse du déploiement des pratiques d'aménagement vertueuses. L'offre de formation, encore émergente, reste à développer entre les parties prenantes de l'adaptation au changement climatique et les organismes de formation professionnelle concernés.

La diversité des réponses apportées par les villes au défi des changements climatiques émane en partie de la diversité des situations locales, en termes de taille de l'agglomération, de situation géographique, de ressources, d'organisation des institutions impliquées. La mise en commun des questions et la comparaison des solutions expérimentées par les communes en vue de dégager un ensemble de bonnes pratiques sont à encourager comme une piste majeure de progrès dans la prévention des effets sanitaires de la canicule. Le développement d'expérimentations collaboratives entre les collectivités territoriales et les épidémiologistes est une nécessité pour l'acquisition de connaissances spécifiques comme les variations infra urbaine de la relation température-mortalité. La connaissance de cette relation permettrait aux décideurs locaux de mieux prévoir la géographie du risque canicule au sein de la ville à des fins de prévention, qu'il s'agisse de mesures d'urgence ou d'aménagements séculaires.

Références

[1] Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (Onerc). Vers un 2^e plan d'adaptation au changement climatique pour la France : enjeux et recommandations. Rapport au Premier ministre et au Parlement. Paris: La Documentation Française; 2017. 229 p. <http://www.ladocumentationfrancaise.fr/rapports-publics/184000253-vers-un-2e-plan-d-adaptation-au-changement-climatique-pour-la-france-enjeux-et>

[2] Soubeyroux J, Ouzeau G, Schneider M, Cabanes O, Koukou-Arnaud R. Les vagues de chaleur en France : analyse de l'été 2015 et évolutions attendues en climat futur. *La Météorologie*. 2016;(94):45-51.

[3] Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environ Health*. 2009;8(1):40.

[4] Lowe D, Ebi KL, Forsberg B. Heatwave early warning systems and adaptation advice to reduce human health

consequences of heatwaves. *Int J Environ Res Public Health*. 2011;8(12):4623-48.

[5] Gasparrini A, Guo Y, Hashizume M, Lavigne E, Zanobetti A, Schwartz J, *et al*. Mortality risk attributable to high and low ambient temperature: a multicountry observational study. *Lancet*. 2015;386(9991):369-75.

[6] Benmarhnia T, Sottile MF, Plante C, Brand A, Casati B, Fournier M, *et al*. Variability in temperature-related mortality projections under climate change. *Environ Health Perspect*. 2014;122(12):1293-8.

[7] Direction générale de la santé. Plan national canicule. Paris: DGS; 2017. 51 p. http://solidarites-sante.gouv.fr/IMG/pdf/pnc_actualise_2017.pdf

[8] Watts N, Adger WN, Agnolucci P, Blackstock J, Byass P, Cai W, *et al*. Health and climate change: policy responses to protect public health. *Lancet*. 2015;386(10006):1861-914.

[9] World Health Organization. Protecting health from climate change. Connecting science, policy and people. Geneva: WHO; 2009. 36 p. <http://www.who.int/globalchange/publications/reports/9789241598880/en/>

[10] Marchandise C, Warin L, Heritage Z. Les collectivités locales, acteurs incontournables. In: Dossier climat et santé. ADSP. 2015;(93):37-9.

[11] Masson V. A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models. *Boundary-Layer Meteorology*. 2000.94(3):357-97.

[12] Smargiassi A, Goldberg MS, Plante C, Fournier M, Baudouin Y, Kosatsky T. Variation of daily warm season mortality as a function of micro-urban heat islands. *J Epidemiol Community Health*. 2009;63(8):659-64.

[13] Schinasi LH, Benmarhnia T, De Roos AJ. Modification of the association between high ambient temperature and health by urban microclimate indicators: A systematic review and meta-analysis. *Environ Res*. 2018;161:168-80.

[14] Lambert-Habib ML, Hidalgo J, Fedele C, Lemonsu A. How is climatic adaptation taken into account by legal tools? Introduction of water and vegetation by French town planning documents. *Urban Climate*. 2013;4(Supplement C):16-34.

[15] Laaidi K, Zeghnoun A, Dousset B, Bretin P, Vandentorren S, Giraudet E, *et al*. The impact of heat islands on mortality in Paris during the August 2003 heat wave. *Environ Health Perspect*. 2012;120(2):254-9.

[16] Heaviside C, Vardoulakis S, Cai XM. The contribution of the urban heat island to heat related mortality during the 2003 heatwave and for projected future climate in the West Midlands. *Environ Health*. 2016;15(Suppl 1):27.

[17] Heaviside C, Cai XM, Vardoulakis S. The effects of horizontal advection on the urban heat island in Birmingham and the West Midlands, United Kingdom during a heatwave. *Q J Royl Meteorological Soc*. 2015;141(689):1429-41.

[18] Goggins WB, Chan EY, Ng E, Ren C, Chen L. Effect modification of the association between short-term meteorological factors and mortality by urban heat islands in Hong Kong. *PLoS One*. 2012;7(6):e38551.

[19] Markevych I, Schoierer J, Hartig T, Chudnovsky A, Hystad P, Dzhambov AM, *et al*. Exploring pathways linking greenspace to health: Theoretical and methodological guidance. *Environ Res*. 2017;158:301-17.

[20] Vandentorren S, Bretin P, Zeghnoun A, Mandereau-Bruno L, Croisier A, Cochet C, *et al*. August 2003 heat wave in France: risk factors for death of elderly people living at home. *Eur J Public Health*. 2006;16(6):583-91.

[21] de Munck C, Pigeon G, Meunier FE, Tréméac B, Bousquet P, Merchat M, *et al*. Projet CLIM²: Climat urbain et climatisation. CNRM-Game, Cnam-LGP2ES (EA21), Climespace. 2010. 85 p. http://www.umr-cnrm.fr/vurca/IMG/pdf/rapport_scientifique_clim2.pdf

[22] Åström D, Bertil F, Joacim R. Heat wave impact on morbidity and mortality in the elderly population: a review of recent studies. *Maturitas*. 2011;69(2):99-105.

[23] Bouchama A, Dehbi M, Mohamed G, Matthies F, Shoukri M, Menne B. Prognostic factors in heat wave related deaths: a meta-analysis. *Arch Intern Med*. 2007;167(20):2170-6.

[24] Laaidi K, Ung A, Pascal M, Beaudeau P. Vulnérabilité à la chaleur : actualisation des connaissances sur les facteurs de risque. *Bull Epidemiol Hebd*. 2015(5):76-82. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=12437

[25] O'Neill MS, Zanobetti A, Schwartz J. Disparities by race in heat-related mortality in four US cities: the role of air conditioning prevalence. *J Urban Health*. 2005;82(2):191-7.

[26] O'Neill M.S. Air conditioning and heat-related health effects. *Appl Environ Sci Public Health*. 2003;1(1):9-12.

[27] Cadot E, Spira A. Canicule et surmortalité à Paris en août 2003. Le poids des facteurs socio-économiques. *Espace Populations-Sociétés*. 2006(2-3): 239-49.

[28] Benmarhnia T, Kihal-Talantikite W, Ragettli MS, Deguen S. Small-area spatiotemporal analysis of heatwave impacts on elderly mortality in Paris: A cluster analysis approach. *Sci Total Environ*. 2017;592:288-94.

[29] Pascal M, Laaidi K. Atelier interdisciplinaire sur la vulnérabilité aux vagues de chaleur, 17 mai 2013. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2014. 24 p. http://opac.invs.sante.fr/index.php?lvl=notice_display&id=12067

Citer cet article

Benmarhnia T, Beaudeau P. Les villes et la canicule : se préparer au futur et prévenir les effets sanitaires des îlots de chaleur urbains. *Bull Epidemiol Hebd*. 2018;(16-17):354-7. http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2018/16-17/2018_16-17_6.html