

# Ilots de chaleur urbains et santé

## Urban heat islands and health

Karine LAAIDI<sup>(1)</sup>

### Contexte

Les grandes métropoles sont particulièrement vulnérables aux vagues de chaleur, en raison de leur densité de population, des caractéristiques des surfaces, de la production de chaleur anthropique et de la pollution de l'air. Mieux comprendre les déterminants de la vulnérabilité aux vagues de chaleur pour orienter la prévention est d'autant plus important que, dans un contexte de changements climatiques, les observations et les modèles d'évolution des températures globales indiquent une augmentation de l'occurrence, de l'intensité et de la durée des vagues de chaleur en Europe occidentale [1].

Les impacts des vagues de chaleur sur la mortalité et sur la morbidité sont aujourd'hui bien documentés en France. Près de 15 000 décès ont été observés pendant la vague de chaleur de 2003, et près de 2 000 pendant celle de 2006 [2] [3].

Pendant les vagues de chaleur, l'impact relatif est plus important dans les grandes agglomérations [4] : autour de 40 % en 2003 dans les petites et moyennes villes françaises, 80 % à Lyon et 141 % à Paris. Les personnes les plus vulnérables sont les plus âgées, dont le nombre devrait doubler à l'horizon 2050 d'après les prévisions de l'Insee. En 2003, 91 % des personnes décédées pendant la première quinzaine du mois d'août étaient âgées de 65 ans et plus et habitaient dans les agglomérations, et 35 % sont décédées à leur domicile. Cette augmentation plus importante de la mortalité en zone urbaine a été retrouvée dans plusieurs villes telles que Philadelphie [5], Berlin [6] ou Shanghai [7].

Une des raisons avancées de la plus grande vulnérabilité des zones urbaines est l'existence des îlots de chaleur urbains (ICU). Ils caractérisent le fait que les températures ambiantes en zones urbaines sont généralement supérieures de plusieurs degrés à celles des zones rurales alentours. Ils s'expliquent par le remplacement en milieu urbain des sols nus et de la végétation par des surfaces imperméables qui s'échauffent plus facilement, par les structures

urbaines qui entravent les échanges de chaleur entre le sol et l'air, et par l'émission de chaleur par les activités humaines.

Les ICU entraînent donc une exposition de la population urbaine à des températures plus élevées, avec des écarts de température qui peuvent être considérables d'un quartier à l'autre.

Ce phénomène tend à s'accroître au cours du temps. Ainsi la différence mesurée entre la ville et la campagne alentour était de + 1 °C en 1868 à Paris, tandis qu'elle a atteint + 10 °C en 2003 [8].

### Rôle des îlots de chaleur urbains dans la surmortalité observée pendant la vague de chaleur d'août 2003

Suite à la canicule de 2003, l'Institut de veille sanitaire a conduit deux études afin de déterminer les facteurs de risque de décès chez les personnes âgées pendant la canicule d'août 2003 [9] [10]. L'objectif était d'identifier les principaux facteurs de risque de mortalité chez les personnes âgées vivant à domicile, et ainsi orienter les programmes de prévention. Parmi les facteurs étudiés, l'environnement des personnes en termes d'habitat et de température a fait l'objet d'une attention particulière.

Ces deux études se sont fondées sur une analyse de type cas-témoins appariée.

- Les cas étaient des personnes de 65 ans et plus, habitant à Paris ou dans le Val-de-Marne, qui résidaient à leur domicile au moins depuis le 4 août, décédées entre le 8 et le 13 août de causes autres qu'accidents, suicides et complications chirurgicales.
- Les témoins étaient des personnes de 65 ans et plus ayant survécu à la période de canicule, recrutés à partir d'une liste téléphonique incluant les numéros en liste rouge.

Les 241 cas et 241 témoins ont été appariés sur l'âge, le sexe et lieu de résidence définis selon 5 zones homogènes au niveau socio-économique.

(1) Institut de veille sanitaire, Département Santé-environnement, Unité Air-Eau-Climat, 12 rue du Val d'Osne, 94415 Saint-Maurice. Email : [ka.laaidi@invs.sante.fr](mailto:ka.laaidi@invs.sante.fr)

Les variables collectées concernaient les caractéristiques sociodémographiques, les comportements pendant la canicule, l'environnement social et familial, l'autonomie, l'état de santé, les caractéristiques du logement, et celles de l'environnement thermique proche du domicile.

Pour estimer cet environnement thermique, les données du satellite Landsat ont été utilisées [10]. Elles ont permis d'avoir une estimation fine des températures de surface au niveau géographique (rayon de 200 m autour du logement) mais une seule image était disponible pour toute la période de canicule, le 9 août à 10 h 17 (temps universel).

Dans un deuxième temps, les températures de surface ont pu être estimées avec une plus grande précision temporelle, grâce aux images des satellites NOAA-AVHRR [11]. Celles-ci étaient moins précises spatialement (pixels de 1 km de côté) mais présentaient l'intérêt de la répétition, puisque nous disposions de 61 images thermiques entre le 1<sup>er</sup> et le 13 août, soit près d'une image toutes les trois heures. Ces images ainsi que l'image multispectrale (SPOT-HRV) ont été utilisées pour analyser la variation spatiale des températures de surface du cycle diurne pendant la canicule.

L'ensemble des données a été analysé par un modèle de régression logistique conditionnelle.

Plusieurs variables significativement liées au décès au seuil de 5 % ont été retrouvées en analyse multivariée, avec des risques multipliés par 2 à 10 :

Au niveau individuel :

- La catégorie socioprofessionnelle (OR = 3,6 pour les ouvriers, IC 1,22 – 10,88) ;
- Le degré d'autonomie (OR = 9,6 pour les personnes confinées au lit ou au fauteuil, IC 2,89 – 31,79, OR = 4,0 pour les personnes ne pouvant pas s'habiller ou se laver seule, IC 1,42-11,43) ;
- Les maladies cardio-vasculaires (OR = 3,7, IC 1,63 – 8,46), les maladies psychiatriques (OR = 5,0, IC 1,44 – 17,50) et les maladies neurologiques (OR = 3,5, IC 1,04- 11,98).

Au niveau environnemental :

- Le fait de dormir dans une chambre sous les toits, endroit le plus chaud d'un logement (OR = 4,1, IC 1,26 – 13,10) ;
- La température moyenne des surfaces mesurée par le satellite Landsat (OR = 1,8 pour une augmentation de 1 °C, IC 1,27 – 2,60) ;
- Le fait d'habiter dans un quartier plus chaud (c'est-à-dire un ICU), surtout si cette chaleur persiste la nuit et pendant plusieurs jours. Ceci a été estimé *via* la température nocturne, ou température minimale, mesurée par les satellites NOAA-AVHRR sur une période de plusieurs jours :
  - température minimale moyennée sur l'ensemble de la période d'étude (OR = 2,17, IC 1,14 – 4,16 pour une augmentation de la température de 0,4 °C),
  - température minimale moyennée sur le jour du décès

et les 6 jours précédents (OR = 2,24, IC 1,03 – 4,87 pour une augmentation de la température de 0,5 °C).

Au contraire, certains comportements d'adaptation à la canicule, ou certaines caractéristiques de l'environnement, avaient un effet protecteur, avec des risques divisés par 3 à 5, en particulier :

- Se vêtir moins (OR = 0,22, IC 0,09 – 0,55) ;
- Utiliser un moyen de rafraîchissement tel que douche ou brumisation (OR = 0,32, IC 0,12 – 0,82) ;
- Habiter dans un immeuble récent ou ancien mais bien isolé (OR = 0,2, IC 0,07 – 0,64).

L'analyse des températures de surface estimées par les satellites NOAA-AVHRR [11] a montré qu'en région parisienne, les zones les plus chaudes, et donc les plus à risque, sont disséminées dans les zones industrielles le jour du fait des propriétés physiques des surfaces qui absorbent la chaleur ; elles sont plus concentrées sur le centre de Paris la nuit, du fait de la densité urbaine qui empêche la chaleur de s'évacuer : cela signifie que la population subit des températures très élevées pendant la nuit, rendant difficiles le repos et la récupération. Dans les parcs, les températures sont 2 à 3 °C inférieures à celles du centre-ville sur l'ensemble du cycle diurne.

## Conclusion

Ces études ont montré l'apport de la télédétection à la compréhension de la dynamique spatio-temporelle des vagues de chaleur en ville et de leurs effets sanitaires. Elles ont permis de dégager les résultats suivants :

- La surmortalité pendant la vague de chaleur d'août 2003, chez les personnes âgées, est liée à plusieurs facteurs de risque au niveau individuel ou environnemental : catégorie socioprofessionnelle, pathologies préexistantes, degré d'autonomie, habitat, température dans l'environnement proche du logement.
- Les ICU sont plus forts dans les zones industrielles le jour et concentrés sur le centre-ville la nuit, avec un risque de mortalité deux fois plus important chez les personnes les plus exposées à la chaleur, en particulier la nuit et lorsque la canicule dure une semaine ou plus.

La méthodologie peut être appliquée à d'autres métropoles, en tenant compte des satellites disponibles, de la situation géographique et des paramètres environnementaux et sociaux locaux.

Les résultats devraient contribuer au développement de stratégies d'adaptation et d'atténuation de la vulnérabilité environnementale et sanitaire en région parisienne. On sait en effet que le changement climatique se traduira par une augmentation de l'intensité et de la fréquence des vagues de chaleur : d'ici 2050, une canicule similaire à celle de l'été 2003 pourrait se produire en moyenne une année sur deux, et en France le nombre de jours avec des températures supérieures à 30 °C pourrait égaler celui qui est actuellement observé en Espagne ou en Sicile [12].

Ces fortes chaleurs sont et seront d'autant plus difficiles à supporter dans les villes.

Or différentes mesures, complémentaires, permettent de réduire le risque de surmortalité lié aux vagues de chaleur : mesures d'adaptation à court terme, qui ont été mises en place dans le cadre du Plan national canicule (installation de pièces rafraîchies dans les hôpitaux et les maisons de retraite, aide aux personnes vulnérables, diffusion de conseils de comportement) et des mesures d'atténuation des ICU (plantations végétales, utilisation de matériaux urbains qui absorbent peu la chaleur, arrosage, promotion des transports en commun, etc.).

Les mesures d'atténuation des ICU doivent prendre en compte les particularités de chaque ville, et intégrer les exigences de protection de la qualité de l'air, de manière à avoir des actions efficaces pour une meilleure protection de la santé. Ceci commence à être envisagé au travers des plans climat-énergie et des schémas régionaux climat-air-énergie. Il est à présent important de promouvoir les résultats des études concernant les impacts sanitaires des ICU afin que les urbanistes, architectes et décideurs locaux les intègrent dans les stratégies de réduction des ICU.

## Références

- [1] IPCC. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Cambridge, Cambridge University Press 2007. [consulté le 10/05/2011]. Disponible à partir de l'URL : [http://www.ipcc.ch/publications\\_and\\_data/ar4/wg1/en/contents.html](http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/contents.html)
- [2] Fouillet A., Rey G., Laurent F. *et al.* Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health* 2006; 80(1): 16-24.
- [3] Fouillet A., Rey G., Wagner V. *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): 309-317.
- [4] Vandentorren S., Suzan F., Medina S. *et al.* Mortality in 13 French cities during the August 2003 heat wave. *Am J Public Health* 2004; 94(9): 1518-1520.
- [5] Johnson D.-P., Wilson J.-S., Luber G.-C. Socioeconomic indicators of heat-related health risk supplemented with remotely sensed data. *Int J Health Geogr* 2009; 8: 57.
- [6] Gabriel K.-M., Endlicher W.-R. Urban and rural mortality rates during heat waves in Berlin and Brandenburg, Germany. *Environ Pollut* 2011; 159(8-9): 2044-50.
- [7] Tan J., Zheng Y., Tang X. *et al.* The urban heat island and its impact on heat waves and human health in Shanghai. *Int J Biometeorol* 2010; 54(1): 75-84.
- [8] Dousset B., Gourmelon F., Giraudet E. *et al.* Évolution climatique et canicule en milieu urbain. Apport de la télédétection à l'anticipation et à la gestion de l'impact sanitaire. 2011: 82 p. [consulté le 29/08/2011]. Disponible à partir de l'URL : [http://www.invs.sante.fr/content/download/14806/84540/version/1/file/rapport\\_final\\_canicule.pdf](http://www.invs.sante.fr/content/download/14806/84540/version/1/file/rapport_final_canicule.pdf)
- [9] Laaidi K., Zeghnoun A., Dousset B. *et al.* The Impact of Heat Islands on Mortality in Paris during the August 2003 Heatwave. *Environ Health Perspect* [Internet] 2012 [consulté le 17/02/2012]; 120(2): 254-9. Disponible à partir de l'URL: <http://ehp03.niehs.nih.gov/article/info:doi/10.1289/ehp.1103532> DOI : <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1103532>
- [10] Vandentorren S., Bretin P., Zeghnoun A. *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.
- [11] Dousset B., Gourmelon F., Laaidi K. *et al.* Satellite monitoring of summer heat waves in the Paris metropolitan area. *International Journal of Climatology* 2011; 31: 313-23.
- [12] Beniston M., Stephenson D.-B., Christensen O.-B. *et al.* Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. *Climate Change* 2007; 81: 71-95.

