

## **Surmortalité liée à la canicule d'août 2003 à Paris, France.**

Excess mortality during the 2003 heat wave in Paris, France.

*Canouï-Poitrine F, Cadot E, Spira A.*

*Service de Santé Publique et d'Epidémiologie – INSERM U569 Hôpital Bicêtre*

### Contexte :

La vague de chaleur d'août 2003 a touché toute l'Europe et en particulier la France, qui a connu un épisode caniculaire record en termes de durée et d'intensité. Entre le 1<sup>er</sup> et le 20 août 2003, on a dénombré en France un excès de 14 802 décès ce qui correspond à une augmentation du nombre de décès de 60% par rapport aux années antérieures durant la même période [1]. A Paris, cette augmentation était de 141%, l'une des plus forte de tout le territoire. Le nombre de décès en excès à Paris a contribué pour 7,2% à l'excès global alors que la population parisienne représente seulement 3,5% de la population française [1].

### Objectif :

L'objectif de cette étude est double : d'une part quantifier la surmortalité et décrire sa répartition spatiale dans la ville, d'autre part identifier les facteurs associés à la surmortalité pendant une période caniculaire en milieu urbain. Il s'agit non seulement de mettre en évidence les facteurs sociodémographiques individuels mais également les facteurs contextuels de nature socio-économique.

### Matériel et méthode :

Le Centre d'épidémiologie sur les causes médicales de décès (Cépi-Dc) de l'INSE a fourni des statistiques de mortalité concernant les décès enregistrés au cours de l'épisode de canicule d'août 2003 et des mois d'août des trois années précédentes (2000/2001/2002) pendant la même période. Pour chaque personne décédée, les renseignements sociodémographiques disponibles étaient l'âge, le sexe, le statut marital, le type d'activité professionnelle, la nationalité et l'arrondissement de résidence. Le service de l'Etat-civil de la Mairie de Paris a fourni des statistiques de mortalité comportant l'adresse complète de résidence de la personne décédée mais aucune information sociodémographique. A partir des adresses, un processus de géocodage a permis d'identifier le quartier de résidence de l'ensemble des décès survenus en août 2003 et au cours des trois années précédentes. Le quartier correspond à un regroupement d'iris au sein d'un même arrondissement. Moins vastes et plus homogènes que les arrondissements, les quartiers (N=80) constituent une échelle d'analyse intermédiaire satisfaisante entre l'arrondissement et l'iris.

L'étude des facteurs individuels a porté sur les seules personnes qui vivaient et sont décédées à domicile à Paris. Il s'agit d'une étude de type exposés / non exposés : la population des exposés correspond à l'ensemble des personnes domiciliées et décédées à domicile à Paris entre le 1<sup>er</sup> et le 20 août 2003 (N=961). La population de référence (les non exposés) est constituée de l'ensemble des personnes domiciliées et décédées à domicile à Paris entre le 1<sup>er</sup> et 20 août des années 2000, 2001 et 2002 (N=530). L'analyse des facteurs associés au décès pendant la canicule a été conduite sur la sous population des personnes vivant à domicile afin de disposer d'une population homogène quant à son lieu de vie et de décès. Les caractéristiques sociodémographiques individuelles étudiées étaient l'âge, le sexe, le statut marital (marié(e), célibataire, divorcé(e), veuf(ve)), la nationalité (française ou étrangère) et le type d'activité professionnelle (actif(ve), inactif(ve) ou retraité). La force de l'association entre les facteurs de risque individuels et la surmortalité a été quantifiée par le calcul des Odds Ratios (OR). La comparaison des deux groupes a été conduite par les techniques d'analyse univariée puis multivariée par construction d'un modèle de régression logistique.

L'étude des variations spatiales de mortalité<sup>1</sup> par quartier repose sur le calcul du ratio standardisé de mortalité (RSM) qui est une mesure relative de mortalité qui permet des comparaisons entre les différents quartiers. On considère classiquement que les effectifs de décès par quartier suivent une loi de Poisson. Dans le cas d'événements rares ou lorsque l'on observe une forte structuration spatiale (présence d'autocorrélation spatiale), il est fréquent de recourir à des techniques de lissage qui s'appuient sur des modèles hiérarchiques bayésiens [2, 3] afin de représenter un risque relatif de mortalité par quartier. Le revenu fiscal moyen des ménages est l'indicateur retenu pour conduire l'analyse écologique en fonction des caractéristiques socio-économiques du quartier de résidence. L'évaluation de l'impact de cette caractéristique sur la mortalité en 2003 repose sur l'introduction de cette variable dans le modèle de Poisson précédemment évoqué.

## Résultats :

### *Facteurs sociodémographiques individuels associés au décès :*

La canicule s'accompagne d'un changement dans les caractéristiques des personnes décédées. Par rapport aux années antérieures, la surmortalité a plus touché les femmes que les hommes. Parmi les personnes décédées, la proportion de femmes domiciliées et décédées à Paris est passée de 53,8% en moyenne entre 2000 et 2002 à 68,8% en 2003. Ainsi, le sexe féminin est associé à un excès de risque de décès pendant la canicule comparativement aux années de référence, OR=1,50 [1,16-1,94] (tableau 1). Par ailleurs, le risque de surmortalité en période caniculaire par rapport aux années de référence est accru pour les personnes de plus de 75 ans (OR=1,46 [1,11-1,92]). La part des personnes vivant seules (célibataires, divorcé(e)s ou veuf(ve)s) parmi les personnes décédées s'est également modifiée passant de 72,3% pendant les années de références à 83,4% en 2003. Le fait de vivre seul (célibataire, veuf(ve), divorcé(e)) est associé à un excès de risque de décès pendant la canicule (OR=1,65[1,25-

---

<sup>1</sup> Les données de mortalité de l'Etat-civil ne permettent pas de distinguer la population selon le lieu de décès.

2,17]). Enfin, La proportion des personnes de nationalité étrangère décédées à domicile était de 7,9% en moyenne pendant les années de référence et de 3,1% en 2003.

**Tableau 1.** Caractéristiques des personnes décédées à domicile à Paris en 2003

		OR ajusté <sup>(1)</sup> [IC 95%]
Classe d'âge	>75 ans	1
	>=75	1,46[1,11-1,92]
Sexe	Hommes	1
	Femmes	1,50[1,16-1,94]
Statut marital	Marié(e)	1
	Non marié(e) <sup>(2)</sup>	1,65[1,25-2,17]
Nationalité	Française	1
	Etrangère	0,69[0,34-1,38]
Activité	Actif(ve)	1
	Retraité ou inactif	1,07[0,75-1,54]
Interaction	Sexe*Nationalité	0,37[0,13-0,97]

<sup>(1)</sup> variables : age, sexe, statut marital, nationalité, activité et terme d'interaction sexe\*nationalité

<sup>(2)</sup> Célibataire, divorcé(e), veuf(ve)

La nationalité étrangère apparaissait comme un facteur protecteur vis-à-vis du risque de surmortalité, OR brut=0,37 [0,23-0,61]. Cependant, une interaction a été mise en évidence entre le sexe et la nationalité. Le modèle présenté dans le tableau 1 a pris en compte cette interaction. La nationalité étrangère n'apparaissait plus comme étant un facteur protecteur vis-à-vis du risque de surmortalité en période caniculaire pour l'ensemble de la population. Néanmoins, l'OR associé au terme d'interaction suggère que la nationalité étrangère pourrait être un facteur protecteur chez les femmes.

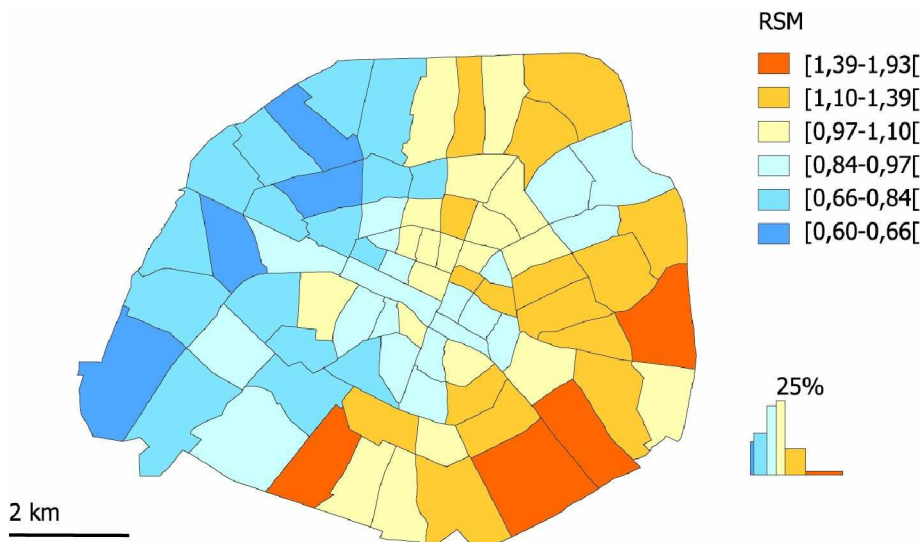
Enfin, la proportion de personnes actives parmi les personnes décédées a diminué en 2003 par rapport aux années de référence (15,2% à 10,4%). Après ajustement, l'inactivité n'apparaissait pas comme un facteur de risque de surmortalité (tableau 1).

#### *Les disparités spatiales de mortalité dans la ville et le contexte socio-économique*

Les modifications des caractéristiques des personnes décédées au cours de l'épisode de canicule concernaient aussi la répartition de l'ensemble des décès par quartier. Les risques de surmortalité par quartier sont plus marqués en 2003 qu'au cours des années de référence. En 2003, les valeurs du RSM s'échelonnaient de 0,60 [0,39-0,86] à 1,92 [1,26-2,83] et seize quartiers affichaient un niveau de mortalité significativement différent de 1, la moyenne de la ville. Au cours des trois années précédentes, l'ampleur du gradient de mortalité était moindre : de 0,91 [0,76-1,03] à 0,96 [0,85-1,16] et aucun quartier ne présentait un RSM significativement différent de 1 (valeur moyenne pour l'ensemble de Paris). En outre, la représentation spatiale des RSM de 2003 (figure 1) montre un gradient croissant de mortalité du nord-ouest au sud-est. Au cours des années de référence, le gradient

est moins marqué et souligne une zone de relative sous mortalité au sud ouest de la capitale et une zone de surmortalité au nord-est (non représenté ici). En 2003, on observe donc un basculement du gradient de mortalité vers le sud.

Figure 1. Les ratios standardisés de mortalité dans la ville en 2003



Le revenu fiscal moyen des ménages par quartier est codé en quartile. Il constitue un facteur contextuel protecteur de la mortalité en 2003 : la mortalité diminue avec l'augmentation du revenu moyen (tableau 2).

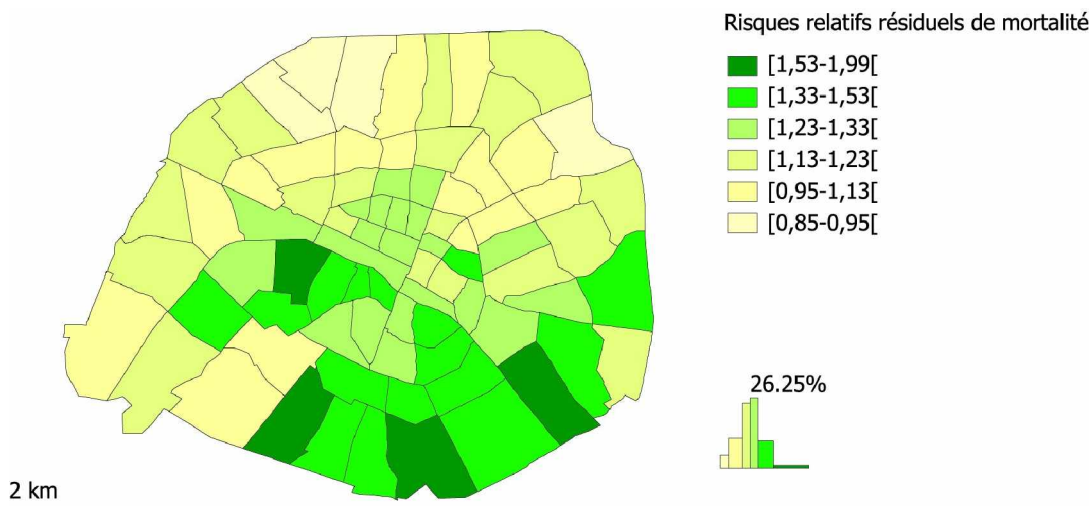
Tableau 2. Le risque de mortalité en 2003 en fonction du revenu moyen des ménages par quartier

Revenu moyen des ménages par quartier	Risque relatif de mortalité	ICB [95%]
Quartile 1	1	
Quartile 2	0,82	[0,67-1,00]
Quartile 3	0,70	[0,55-0,90]
Quartile 4	0,54	[0,40-0,71]

La cartographie du risque relatif de mortalité résiduel, entendu comme la part du risque de mortalité non expliquée par les variations du revenu moyen par quartier, montre que ce risque résiduel est maximal au sud est de la ville, zone où l'on a observé la plus importante surmortalité,

comparativement aux années de référence (figure 2). Dans cette zone, le modèle intégrant les facteurs socioéconomiques contextuels explique mal les forts niveaux de mortalité.

**Figure 2.** Le risque relatif de mortalité résiduel en 2003 (modèle intégrant le revenu moyen)



### Discussion :

L'épisode caniculaire de l'été 2003 qui a touché plusieurs pays d'Europe, a été responsable en France d'une catastrophe sanitaire sans précédent en temps de paix [1]. Paris a été particulièrement touché.

Le recueil des certificats de décès est effectué de manière exhaustive conjointement par l'INSERM et l'INSEE (Institut National de la Statistique et des Etudes Economiques). La population d'étude comprend la totalité des personnes décédées à Paris pendant la période caniculaire en 2003 ainsi que pour les années de référence ce qui exclut la possibilité de biais lié aux perdus de vue. Notre étude se fonde sur l'hypothèse d'une stabilité de la population parisienne entre 2000 et 2003 sur le plan démographique et de son état de santé global.

Cette étude quantifie de manière précise la surmortalité liée à la canicule qui a touché la capitale de la France en août 2003. Notre étude confirme le rôle de l'âge avancé comme facteur associé à l'excès de risque de décès en période caniculaire, déjà évoqué par d'autres auteurs [4]. Le sexe féminin apparaît également fortement lié au risque de surmortalité pendant une période caniculaire. Le rôle du sexe féminin sur la mortalité pendant les vagues de chaleur est soumis à controverse : si cette caractéristique est retrouvée au cours de précédentes vagues de chaleur notamment en Europe [6], un risque de décès majoré pour les hommes en période caniculaire a été mis en évidence lors de la canicule de Chicago de 1995. Par ailleurs une équipe anglaise a récemment mis en évidence un risque de décès augmenté pour les femmes pendant la période hivernale comparativement aux autres périodes de l'année [7]. La moindre adaptation des femmes aux variations extrêmes de température mérite donc

d'être confirmée. Le fait de vivre seul constitue également un facteur de risque de décès évoqué par les auteurs des études sur les vagues de chaleur de 1995 et 1999 à Chicago [6, 8, 9]. Le statut marital ne constitue qu'une approximation du fait de vivre seul, néanmoins l'analyse se fonde sur la comparaison des caractéristiques sociodémographiques des personnes décédées en 2003 et pendant les années de référence et les renseignements concernant le statut marital ont été recueillies de façon identique en 2003 et pendant les années de référence. Parmi les personnes décédées en 2003, la proportion de personnes de nationalité étrangère a diminué par rapport aux années de références. Le fait que la nationalité étrangère apparaisse comme un facteur protecteur vis-à-vis du risque de surmortalité en période caniculaire mérite d'être confirmé notamment en raison du faible nombre de sujets dans le groupe des personnes de nationalité étrangère. Une hypothèse peut néanmoins être avancée : une solidarité plus importante pourrait s'être manifestée au sein des communautés étrangères à l'égard des personnes âgées.

Les modifications des caractéristiques des personnes décédées se traduisent par d'importants changements de la structuration spatiale de la mortalité dans la ville. Le gradient croissant de mortalité du sud-ouest au nord-est évoqué pour les mois d'août des années de référence constitue une situation classique, précédemment décrite à l'échelle de l'Île-de-France [10, 11]. Ce gradient coïncide avec l'organisation socio-économique de la ville caractérisée par des zones économiquement favorisées à l'ouest et des zones plus défavorisées au nord-est [12]. Le lien entre précarité socio-économique et mortalité est confirmé par l'analyse écologique qui souligne la décroissance de la mortalité dans la ville en 2003 avec l'augmentation du revenu moyen des ménages. Ce résultat confirme le rôle important de la pauvreté, déjà largement décrits dans la littérature [13, 14, 15], notamment dans le cas particulier des vagues de chaleur [4, 16]. Toutefois, le basculement vers le sud du gradient de mortalité en août 2003 et la part importante de risque de mortalité non expliqué par ce modèle laissent supposer que les conditions socio-économiques des zones de résidence ne constituent pas les seuls facteurs de risque contextuels de surmortalité. D'autres facteurs tels que les niveaux de pollution (notamment en ozone) ou les variations intra urbaine de température (phénomène d'îlot de chaleur urbain) dont l'effet a déjà été démontré en période de canicule [17, 18, 19], pourraient se combiner avec les caractéristiques sociodémographiques individuelles et le contexte socio-économiques des quartiers.

### Conclusion :

Les facteurs individuels majeurs associés à un excès de risque de décès pendant une période caniculaire en milieu urbain sont l'âge supérieur à 75 ans, le sexe féminin et le fait de vivre seul. L'environnement joue également un rôle indépendamment des caractéristiques sociodémographiques individuelles, ce qui fait apparaître un double niveau de risque : le niveau individuel et le niveau contextuel chacun étant à prendre en compte dans la compréhension des effets d'une vague de chaleur sur la mortalité et son éventuelle prévention.

## Références :

- 1- Hemon D, Jouglu E. La canicule du mois d'août 2003 en France. *Rev Epidemiol Sante Publique* 2004;52:3-5.
- 2- Wakefield J, Best N, Waller L. Bayesian approaches to disease mapping. In: Elliott et als. Eds. *Spatial epidemiology. Methods and applications*. Oxford : Oxford University Press ; 2000 : 104-27.
- 3- Lawson AB, Browne WJ, Vidal Rodeiro CL. *Disease mapping with WinBUGS and MLwiN*. Chichester : John Wiley & Sons ; 2003 : 277p.
- 4- Basu R, Samet JM. Relation between elevated temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence. *Epidemiologic Rev* 2002;24:190-202.
- 5- Besancenot JP. Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines. *Environnement, Risques et Santé* 2002;1(4):229-40.
- 6- Diaz J, Garcia R, Velasquez de Castro F, Hernandez E, Lopez C, Otero A. Effects of extremely hot days on people older than 65 years in Seville (Spain) from 1986 to 1997. *Int J Biometeorol*. 2002;46:145-49.
- 7- Wilkinson P, Pattenden S, Armstrong B. Vulnerability to winter mortality in elderly people in Britain : population based study. *BMJ* 2004 August 17.
- 8- Semenza JC, Falter KH, Selanikio JD, Flanders WD, House HL, Wilhelm JL. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med* 1996;335:84-90.
- 9- Naughton MP, Henderson A, Mirabelli MC, Kaiser R, Wilhelm JL, Kieszak SM, Rubin CH, McGeehin MA. Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med* 2002;22(4):328-29.
- 10- Observatoire Régional de la Santé. *Panorama de la santé en Ile-de-France*. Paris, ORS, 2003 ; 202p.
- 11- Salem G, Rican S, Jouglu E. *Atlas de la santé en France. Les causes de décès*. Paris, John Libbey Eurotext, 1999; 189p.
- 12- Pinçon M, Pinçon-Charlot M. *Sociologie de Paris*. Paris, La Découverte 2004; 121p.
- 13- Benach J, Yasui Y. Geographical patterns of excess mortality in Spain explained by two indices of deprivation. *J Epidemiol Community Health* 1999 ; 53 : 423-31.
- 14- Garcia-Gil C, Cruz-Rojo C, Alvarez-Giron M, Solano-Pares A. Health inequalities in Seville, Spain: use of indicators of social deprivation and mortality in small areas. *Public Health* 2004 ; 118 : 11-21.
- 15- Carstairs V, Morris R. Deprivation: explaining differences in mortality between Scotland and England and wales. *BMJ* 1994 ; 229 : 886-89.
- 16- Rooney C, McMichael AJ, Kovats RS, Coleman MP. Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *J Epidemiol Community Health* 1998 ; 52 : 482-6.
- 17- Clarke JF. Some effects of the urban structure on heat mortality. *Environ Res* 1972; 5: 93-104.
- 18- Buechley RW, Van Bruggen J, Truppi LE. Heat island equals death island ? *Environ Res* 1972 ; 5 : 85-92.
- 19- InVS. Vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre température, pollution atmosphérique et mortalité dans 9 villes françaises. Paris, INVS ; 69p.