

# Analyse fine des surmortalités pendant la canicule 2003

## Résumé

Les surmortalités observées durant la canicule d'août 2003 dans chaque région française sont comparées à des indices purement météorologiques de l'intensité absolue ou relative de la canicule dans la région. Une bonne relation est constatée, à l'exception du taux en région parisienne, qui dépasse largement celui attendu par l'application de la relation. La chronologie des décès est par ailleurs comparée à la chronologie de l'intensité de la canicule. On constate également une très bonne relation ainsi qu'une exception par excès pour les décès des 11, 12 et 13 août. L'existence d'un phénomène de basses couches – une couche limite remarquablement stable – affectant particulièrement la région parisienne durant la nuit du 11 au 12 août est proposée comme élément météorologique susceptible d'expliquer les « anomalies » constatées en région parisienne durant la période du 11 au 13 août.

## Abstract

### A detailed analysis of excess deaths during the 2003 heatwave

The excess deaths observed in every region of France during the heatwave of August 2003 are compared with purely meteorological indices of the absolute or relative intensity of the heatwave in the region. A good relationship is found, except in the Paris area where the rate is greatly in excess. The timing of the deaths is compared with the chronology of the heatwave intensity; a good relationship is observed except for an excess of deaths on August 11, 12 and 13. The presence of a low-level phenomenon, a remarkably stable boundary layer especially affecting the Paris area during the night of August 11 to 12, is suggested as a meteorological element likely to explain the observed « anomalies » in the Paris area for the period August 11 to 13.

## L'événement météorologique de la nuit du 11 au 12 août 2003 en Île-de-France

**Daniel Rousseau**

Conseil supérieur de la météorologie  
42, avenue Gaspard-Coriolis – 31057 Toulouse Cedex  
daniel.rousseau@meteo.fr

La canicule de l'été 2003 a été la cause d'une surmortalité d'environ 15 000 personnes en France et vraisemblablement de plus de 30 000 personnes en Europe. Cet événement dramatique considérable a fait l'objet de nombreux rapports et enquêtes pour évaluer l'ampleur de la catastrophe et tenter de comprendre comment un phénomène météorologique connu avait pu entraîner une telle hécatombe.

Du point de vue météorologique, l'amplitude du phénomène a été évaluée par rapport à l'historique des observations. Son caractère tout à fait exceptionnel a été identifié. Des records absolus de

température maximale journalière ont été enregistrés. Le record absolu en France relevé dans un point de mesure du réseau du service météorologique a été battu avec 44,1 °C dans le Gard (le 12 août à Saint-Christol-lès-Alès, poste climatologique, et à Conqueyrac, station automatique). De plus, le record absolu depuis l'ouverture de la station (depuis 1922 par exemple à Lyon-Bron) a été battu dans plus de 70 des 180 principales stations françaises effectuant des observations régulières. Les canicules observées précédemment en France par des mesures météorologiques n'avaient jamais duré aussi longtemps (Bessemoulin et al., 2004).

Des personnes âgées, menacées de déshydratation, sont allongées, le 11 août 2003, dans un couloir des urgences à l'hôpital de Versailles. (© AFP, M. Bureau)



Figure 1 - Points représentatifs des 22 régions étudiées dans un graphique indice S1 (en abscisses) - surmortalité et droite de régression pour cet indice.

Les études réalisées jusqu'à présent ont montré qu'il n'était pas possible de prévoir une telle canicule au-delà de la huitaine de jours, échéance usuelle de la prévision à moyen terme (Grazzini et al., 2003), et ce, même en imposant les conditions de températures océaniques observées (André et al., 2004). L'objet de cet article est de mettre en relation les données météorologiques avec les variations géographiques et la chronologie de la surmortalité observée pendant la période caniculaire.

## Surmortalité et températures observées

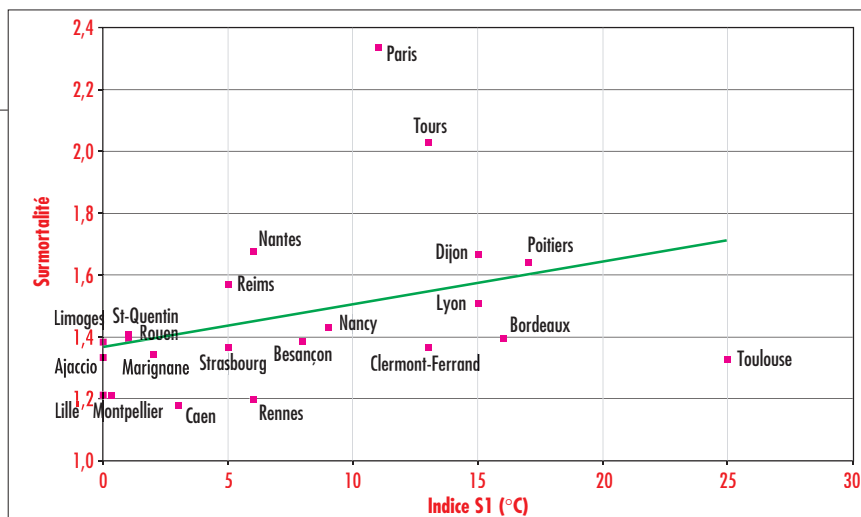
### Une référence naturelle

Une estimation de la surmortalité observée dans chaque région de France du 1er au 20 août 2003 a été faite par l'Inserm (Hémon et Jouglu, 2003). Cette **surmortalité** est le rapport entre le nombre de décès de la période et le nombre de décès « attendus », d'après le nombre de décès observé les trois années précédentes. La surmortalité observée dans chaque région peut être confrontée à différentes quantités liées aux températures qui ont été relevées dans une station météorologique représentative de la région (source des données : Météo-Hebdo, 2003).

La figure 1 illustre la liaison entre la surmortalité et une quantité S1 destinée à quantifier la vague de chaleur par rapport à une température de référence absolue remarquable : la somme des différences entre la température maximale du jour et 37 °C, pour les journées où cette température a été dépassée. Le seuil 37 °C a été choisi car c'est une référence naturelle pour le corps humain et parce qu'elle n'a été dépassée en France continentale que durant la période meurtrière de la canicule du 3 au 13 août.

Les points représentatifs des régions (les régions sont désignées par le nom de la

(1) Une droite de régression représente graphiquement la meilleure relation fonctionnelle, au sens statistique, entre les valeurs observées de deux variables.



ville où a été mesurée la température) s'alignent assez bien le long d'une droite (droite de régression<sup>(1)</sup>, calculée à partir de l'échantillon des 22 régions). On remarque que la pente est croissante en fonction de l'indice météorologique. Plus concrètement, un dépassement de 1 °C du seuil sur les 11 jours s'accompagne d'une augmentation de la mortalité dans la période de près de 15 %. Sur la population française, cela correspond à un accroissement de décès de 4 000 personnes environ. On remarque que pour la valeur 0 de l'indice, la surmortalité est déjà de 1,36. En extrapolant la courbe, la droite croise l'axe des abscisses vers -26, ce qui suggère que le risque de surmortalité se situe en moyenne en dessous de 37 °C, vers 35 °C environ.

Mais quelques points s'écartent notablement de la droite. Tours et surtout Paris ont une surmortalité très supérieure, Toulouse une surmortalité très inférieure à ce que pourrait être une estimation à partir de l'indice de température absolue retenu ici.

### Prise en compte de correctifs régionaux

La température atmosphérique extérieure est certes un élément important qui conditionne fortement les températures des habitations, mais les habitats eux-mêmes et les modes de vie, et en particulier les protections vis-à-vis de températures extrêmes, sont aussi fonction des conditions climatiques des différentes régions. On peut donc penser que le caractère exceptionnel par rapport à des conditions normales est également un élément à examiner.

La figure 2 illustre la liaison entre la surmortalité et une quantité S2 destinée à quantifier la vague de chaleur par rapport aux conditions climatiques moyennes : la somme des différences entre la température maximale du jour et la température maximale normale d'un mois d'août augmentée de 10 °C, la somme portant sur toutes les journées où ce seuil de 10 °C de dépassement a été atteint. On constate que la liaison avec

Figure 2 - Points représentatifs des 22 régions étudiées dans un graphique indice S2 (en abscisses) - surmortalité et droite de régression pour cet indice.

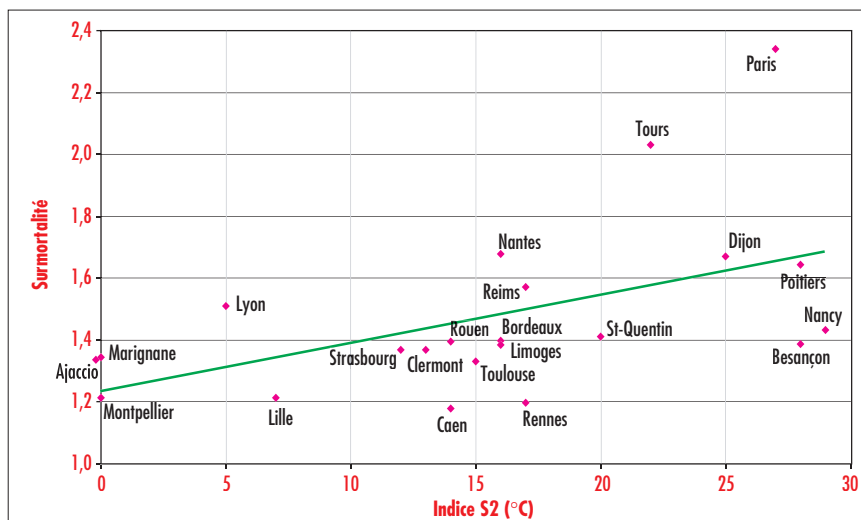


Figure 3 - Points représentatifs des 22 régions étudiées dans un graphique indice S3 (en abscisses) - surmortalité et droite de régression pour cet indice.

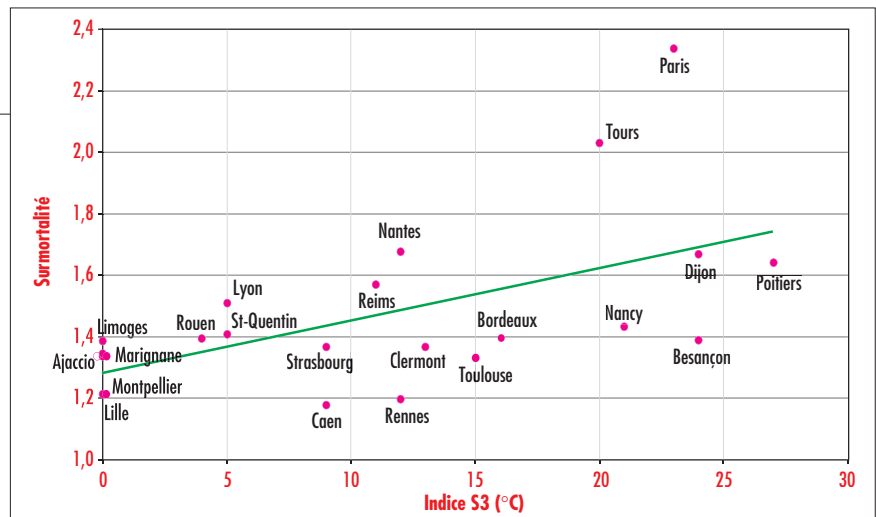
la surmortalité est un peu meilleure qu'avec l'indice précédent. En reproduisant la même interprétation que celle de la figure précédente, on trouve qu'un excès moyen de 1 °C au-dessus de notre valeur seuil – valeur moyenne plus 10 °C – augmente de 17 % la surmortalité et que le risque se situerait dès 8 à 9 °C au-dessus de la moyenne au mois d'août. Si Paris et Tours s'écartent encore de la droite de régression, Toulouse ne fait plus figure d'exception.

Cet indice ne faisant appel qu'à l'écart aux conditions normales, et donc au caractère plus ou moins exceptionnel de la situation, a cependant l'inconvénient d'exagérer le risque dans les régions plus froides, où une anomalie de température maximale importante ne fait pas atteindre un seuil de température dangereux. Un troisième indice S3 ne prenant en compte les écarts de plus de 10 °C que si la température maximale excède les 37 °C permet d'éviter cet écueil. La figure 3 illustre la liaison entre la surmortalité et ce troisième indice. La liaison se trouve améliorée : on remarque en particulier que les points représentatifs de Lille et de Saint-Quentin qui, dans la figure 2, s'éloignaient de la régression, retrouvent une position à gauche plus satisfaisante, comme dans la figure 1. L'interprétation quantitative de la droite est ici la suivante : augmentation de près de 19 % de la surmortalité pour un dépassement de 1 °C sur 11 jours, avec un risque se situant aussi dès 8 à 9 °C au-dessus de la normale quand la température maximale est au-dessus de 37 °C. Cependant, Tours et surtout Paris, quoique plus proches de la courbe de régression que dans la figure 1, restent encore assez éloignés de la droite de régression.

## Conclusions pour l'ensemble de la France

La comparaison des surmortalités de la canicule dans les 22 régions avec trois indices caractérisant l'intensité de la canicule fournit donc les résultats suivants :

- La variation des surmortalités dans chaque région française s'explique bien par l'intensité de la canicule dans chaque région, telle qu'elle peut être évaluée par des indices très simples.
- La surmortalité croît de façon très forte pour tout dépassement au-delà de 10 °C



de la valeur de la température journalière maximale pour des températures dépassant 37 °C.

- Les seuils de danger se situent vraisemblablement en France à partir de températures au-dessus de 35 °C, dépassant de 8 °C les normales du mois d'août et un peu en dessous, en général, des seuils retenus en 2004 dans le Plan national canicule (Institut de veille sanitaire, 2004a).
- La surmortalité particulièrement forte de la région parisienne n'est pas expliquée totalement par cette simple analyse. Des particularités météorologiques, non rencontrées dans les autres régions, ont-elles joué un rôle ou bien doit-on rechercher une explication hors du champ météorologique ?

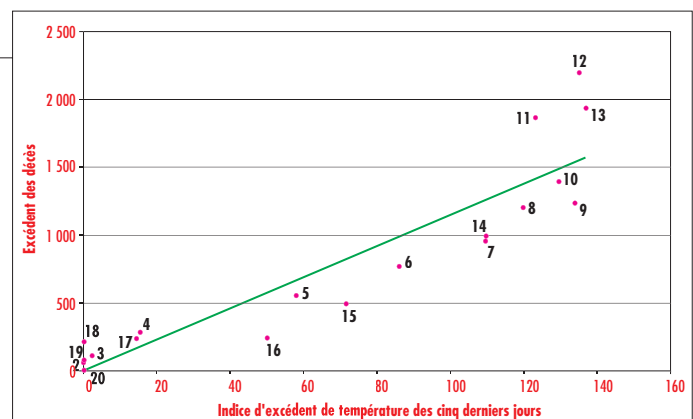
## Chronologie de la canicule et de ses conséquences

La variation régionale de la surmortalité a pu être reliée précédemment aux variations régionales des conditions météorologiques cumulées sur l'ensemble de la canicule. Une telle liaison

permet-elle d'évaluer les conséquences de la canicule au fur et à mesure de son déroulement ?

Un indice de canicule global pour toute la France peut être calculé par moyenne pondérée des indices régionaux, la pondération tenant compte de la population de chaque région. Par ailleurs, l'Inserm a calculé, jour par jour, l'excédent de décès sur l'ensemble de la France durant la période du 1<sup>er</sup> au 20 août. Les indices S1, S2, S3 sont des indices cumulatifs. Il est donc possible de les calculer jour après jour depuis le début de la canicule. Nous utiliserons ici un indice dérivé de l'indice S3, qui, parmi les indices ne dépendant que des conditions météorologiques, s'est montré le meilleur pour les comparaisons régionales. Afin de rendre compte par un indice de la phase décroissante comme de la phase croissante de la canicule, le cumul des dépassements de seuil des températures maximales doit être limité dans le temps. Un cumul limité sur les cinq derniers jours donne la meilleure corrélation (0,920) entre les valeurs journalières de l'indice et les valeurs journalières d'excédent de décès. On voit sur la figure 4 que la corrélation est assez remarquable, mais que les points représentatifs des 11, 12 et

Figure 4 - Indice de canicule global quotidien sur la France (en abscisses), excédent de décès quotidien (en ordonnées), pour tous les jours du 1<sup>er</sup> au 20 août 2003, et droite de régression entre ces deux paramètres.



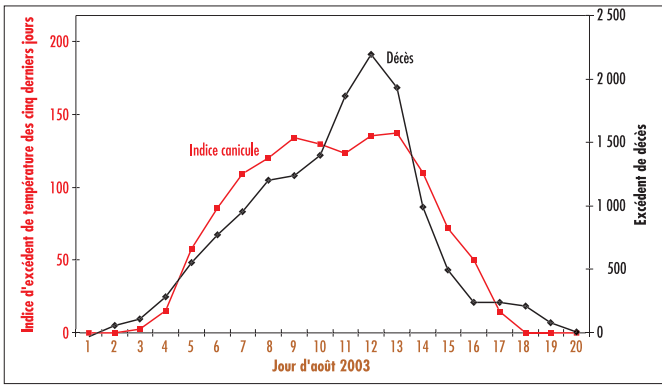


Figure 5 - Chronologie comparée de l'indice de canicule global quotidien sur la France et de l'excédent de décès quotidien, du 1<sup>er</sup> au 20 août 2003.

13 août s'écartent de la droite de régression. Sur la figure 5, la chronologie de l'excédent de température et des excédents de décès a été tracée en utilisant les valeurs de la pente de régression pour fixer les échelles relatives des deux quantités.

On peut noter :

- la très bonne coïncidence des deux courbes, à l'exception de la période du 11-12-13 août. Il y a environ 1 500 décès supplémentaires observés au-delà de l'excédent de décès attendu en utilisant l'indice d'excès de température ;
- que le danger se situe toujours un peu avant les seuils de +10 °C et de 37 °C ;
- que la période d'excédent de décès s'étend un peu au-delà de cinq jours après la fin de la période caniculaire.

La chronologie des décès durant la canicule est donc très bien modélisable à partir d'un indice de type S3 calculé sur les cinq derniers jours, mais l'excédent correspondant au paroxysme du 12 août échappe à cette analyse, de la même façon que l'excès de mortalité de la région parisienne ne s'expliquait pas par une première analyse des surmortalités régionales. Y aurait-il une raison météorologique expliquant ces deux anomalies ?

## Variation diurne de la température

### Examen des données d'un mât de mesures

En région parisienne, un nombre important de personnes vivent en appartement à plus ou moins grande altitude. Il est donc intéressant d'examiner si les températures à ces niveaux d'habitation ne s'écartent pas sensiblement des valeurs observées dans les stations de mesure de la température au sol, ce qui pourrait modifier les conditions de limitation

possible de la température intérieure par renouvellement de l'air, par

exemple grâce à l'ouverture à bon escient des fenêtres des appartements.

L'examen des températures relevées sur un mât de mesures à 1, 5, 10 et 30 mètres au-dessus du sol, mis en place pour l'étude des conditions de faible visibilité à Roissy, donne de précieuses indications sur la variation des températures dans les basses couches de l'atmosphère. On peut remarquer (figure 6) que, durant la période de canicule, la variation diurne des températures a

généralement suivi un rythme très régulier à tous les niveaux. On remarque également que le maximum de température a lieu vers 17 h-18 h (heures légales), en décalage de plus de trois heures par rapport au maximum de rayonnement solaire. La période de température au-dessus de 35 °C a, par exemple, duré de 13 h à 20 h environ, ce qui doit être pris en compte dans les consignes de comportement en période de canicule (voir par exemple la figure 7 pour les 6 et 7 août).

On remarque sur les graphiques de la figure 6 :

- que la température à 30 m s'élève progressivement chaque jour à une température maximale inférieure d'environ 2 °C à la température maximale à 1 m ;
- que, dans la phase de refroidissement nocturne, la température est pratiquement la même à tous les niveaux pour les nuits s'achevant les 3, 4, 5, 7, 8, 9 et 13 août. Une température minimale à 30 m plus élevée d'environ de 2 °C que

Figure 6 - Température à Roissy, du 3 au 13 août 2003, aux hauteurs de 1 m (en noir), 5 m (en rouge), 10 m (en jaune) et 30 m (en bleu).

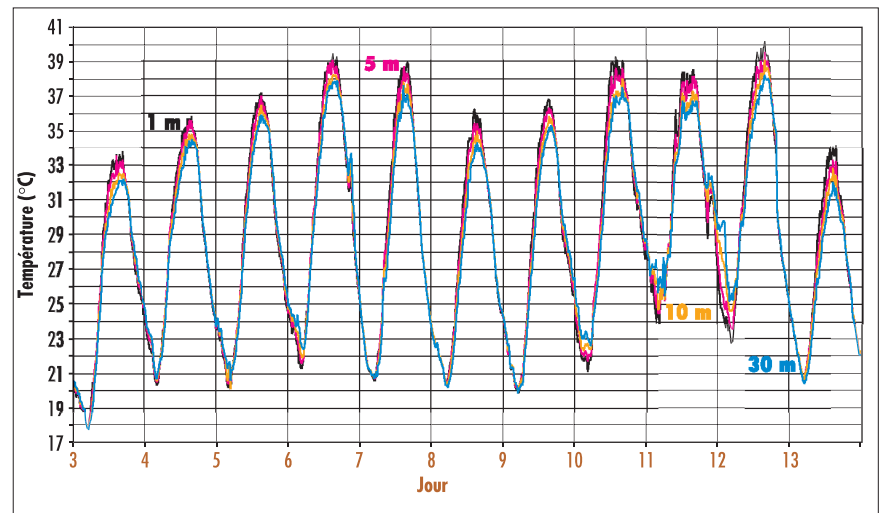
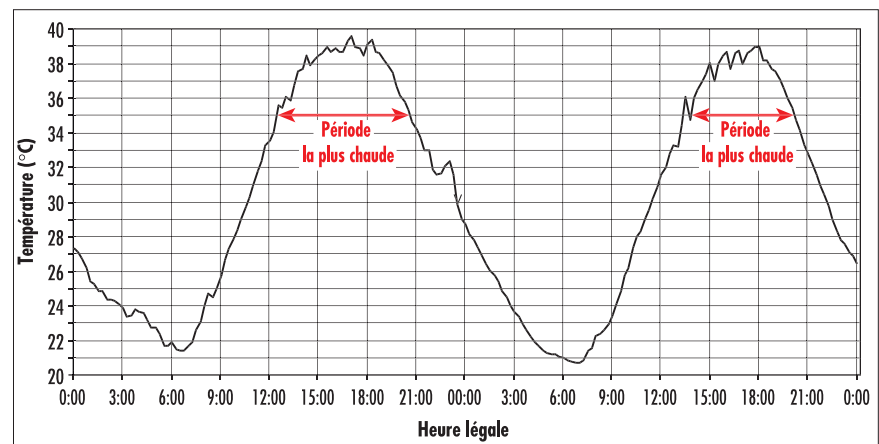


Figure 7 - Variation diurne de la température à 1 m à Roissy, les 6 et 7 août 2003.



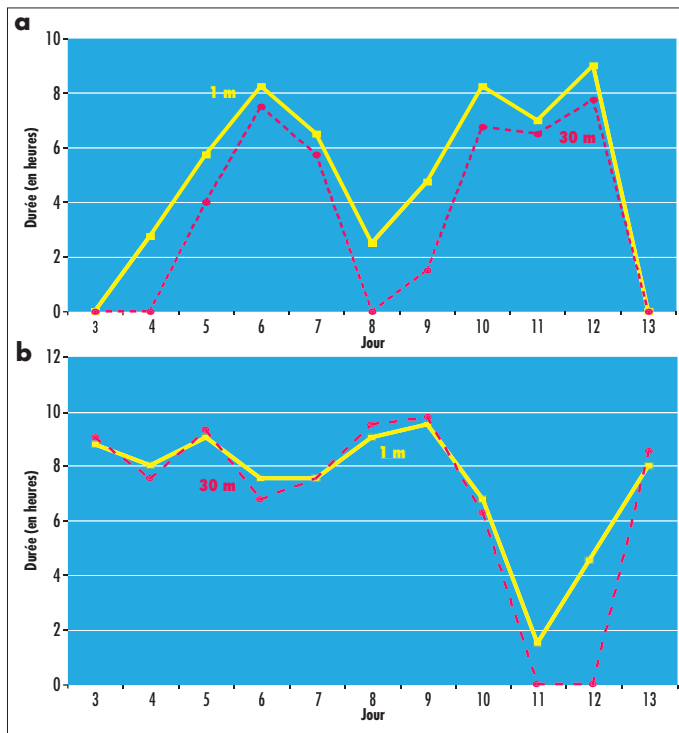


Figure 8 - a) Durées quotidiennes, en heures, de température supérieure à 35 °C, de jour à Roissy, du 3 au 13 août 2003. b) Durées quotidiennes, en heures, de température inférieure à 25 °C, de nuit à Roissy, du 3 au 13 août 2003.

de risque, indépendamment de l'effet lié au dernier étage, les étages élevés étant plus à risque ». Cette étude mentionne également que « l'augmentation du risque en fonction de l'étage a été relevée dans l'étude menée à Chicago en 1995 ».

Ces conditions particulières des nuits des 10-11 août et surtout des 11-12 août sont donc vraisemblablement un des facteurs météorologiques supplémentaires à prendre en considération pour expliquer les surmortalités accrues en Île-de-France (minima très hauts dans les étages élevés des immeubles de la région parisienne), et tout particulièrement lors de l'épisode des 11, 12 et 13 août.

## L'événement météorologique de la nuit du 11-12 août 2003

À un phénomène météorologique de très grande échelle spatiale et temporelle, qui a duré une dizaine de jours et intéressé une bonne partie de l'Europe, semble donc s'être superposé un phénomène météorologique de plus petite échelle et de courte durée ayant eu des conséquences particulièrement catastrophiques en région parisienne du fait de la nature des habitations.

Les mesures du mât de Roissy montrent en effet que, dans la nuit du 11-12 août, il n'y a pas eu suffisamment de turbulence dans les basses couches de l'atmosphère pour homogénéiser les températures et transmettre le refroidissement du sol.

celle à 1 m est observée les 6 et 10 août. Un écart encore plus important est observé le 11 août (3,5 °C) et il devient considérable dans la nuit du 11 au 12 août, où il atteint 5,8 °C entre 1 m et 30 m à 4 h 30 légales le 12 août, montrant une couche limite de surface fortement stable.

## Indicateurs de conditions à risque

À partir de ces observations, on peut calculer des indicateurs thermiques : la durée journalière où la température extérieure dépasse les 35 °C et la durée journalière où la température extérieure est inférieure à 25 °C. Ces indicateurs synthétisent les conditions thermiques extérieures influençant les possibilités de contrôle de la température intérieure des appartements, par ventilation naturelle nocturne en particulier. On peut remarquer sur la figure 8 deux périodes où les fortes chaleurs dans la journée durent longtemps, de six à neuf heures, les 5, 6 et 7 août d'une part, les 10, 11 et 12 août d'autre part. Ces deux périodes se distinguent en revanche très fortement l'une de l'autre par la durée très réduite de température nocturne en dessous de 25 °C dans la deuxième période. En particulier, les journées des 11 et 12 correspondent à des conditions extrêmement défavorables : longue période de chaleur diurne et période nocturne très

vaises dans les étages élevés : la température à 30 m n'est pas descendue en dessous de 25 °C pendant deux nuits consécutives. On notera aussi, à 30 m, pendant la nuit du 11 au 12 août, une température supérieure à 29 °C jusqu'à 4 h 30 (figure 9).

Ce fait météorologique, qui différencie les conditions thermiques nocturnes de l'étage habité, est à rapprocher des résultats d'une étude de l'Institut de veille sanitaire, portant sur les facteurs de décès des personnes âgées résidant à domicile durant la vague de chaleur d'août 2003 (Institut de veille sanitaire, 2004b). Dans cette étude, il est constaté, après enquête sur les circonstances des décès en région parisienne, que « l'étage du logement apparaît être un facteur

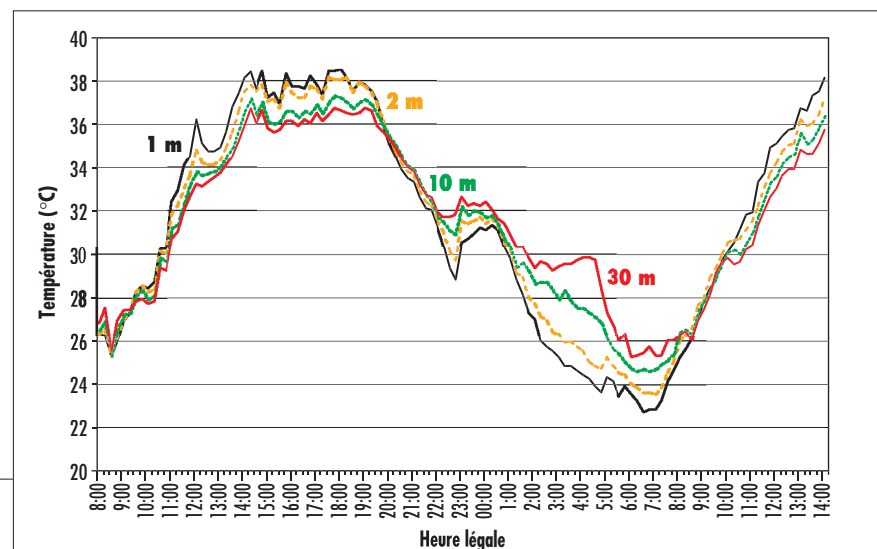
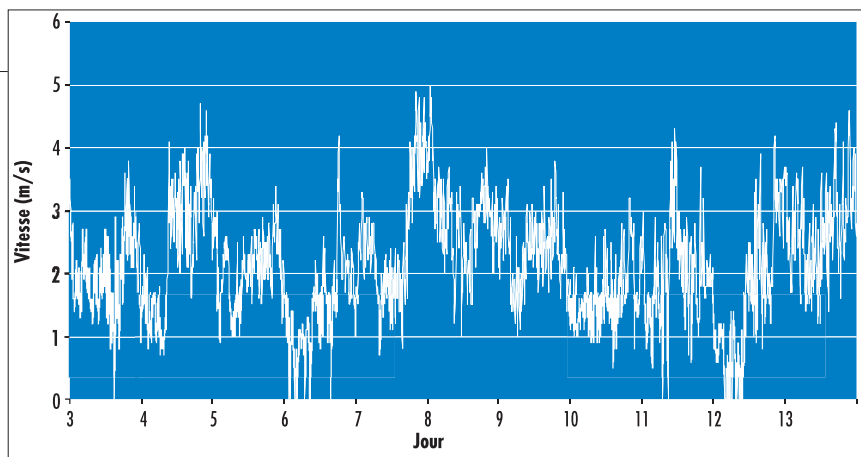


Figure 9 - Variation diurne des températures relevées sur le mât de Roissy, du 11 août à 8 h au 12 août à 14 h.

Figure 10 - Vitesse du vent à Montsouris du 3 au 13 août 2003.

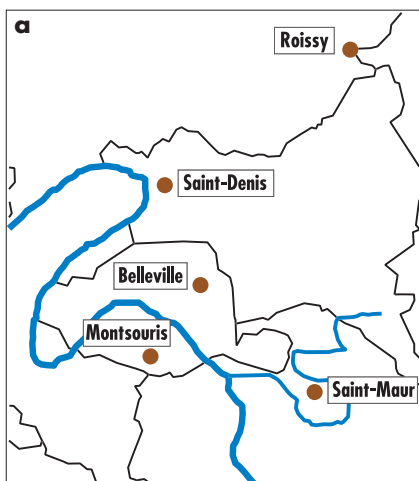
Cette couche limite stable nocturne marquée s'explique par l'absence totale de vent pendant une partie de la nuit. La figure 10 de l'enregistrement de la vitesse du vent moyennée sur six minutes du 3 au 13 août à Paris-Montsouris montre clairement cette particularité de la nuit du 11 au 12 à Paris même. D'autres observations au sol à différentes altitudes en région parisienne (figure 11) sont cohérentes avec ce qui a été constaté sur le mât de Roissy. Sur la figure 12, on notera en particulier la similitude de l'évolution des températures à Belleville près du sol et au sommet de la basilique de Saint-Denis, mesures effectuées à des altitudes proches, qui restent plus élevées la nuit que les températures à Saint-Maur. Cela suggère que les conditions d'aération nocturne les plus défavorables auraient aussi touché les habitations en fonction de l'altitude absolue, et non pas seulement de leur hauteur relative par rapport au sol, les quartiers élevés de la capitale comme Belleville et Montsouris se trouvant ainsi également plus exposés.



Il faut remarquer d'autre part que les répartitions jour par jour publiées par l'Inserm (Hémon et Jougla, 2003) de la période de canicule montrent qu'à la différence des autres régions, l'Île-de-France a eu un pic de surmortalité très prononcé les 11-12-13 août qui, quantitativement, correspond à environ le quart des mortalités dues à la canicule, soit plus de 1 000 victimes. Sans ce pic, qu'il est tentant de rapprocher du phénomène météorologique d'absence totale de vent et de forte inversion de température dans la couche limite superficielle, les surmortalités dans la région parisienne auraient été de 1,8 et non proches de 2,4, ce qui aurait été plus conforme à la relation surmortalité-intensité de la canicule déduite de l'ensemble des régions françaises.

l'intensité de la canicule, telle qu'elle peut être exprimée par des cumuls de valeurs de température au-dessus de différents seuils. La surmortalité extrême en Île-de-France s'écarte notablement de la relation établie à l'aide des données de surmortalité et de température sur l'ensemble des régions. Par ailleurs, la chronologie des décès en France suit étroitement celle d'un indice exprimant le cumul sur cinq jours de l'intensité de la canicule, à l'exception de la période des 11, 12 et 13 août.

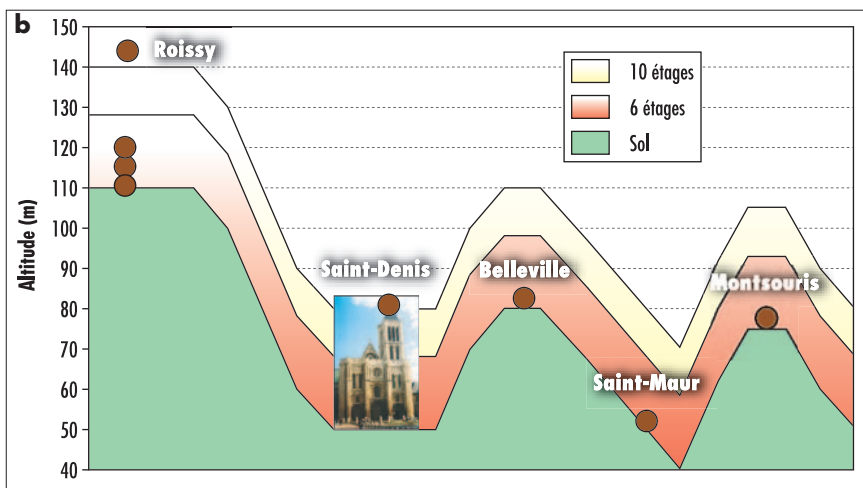
Les particularités météorologiques observées dans les basses couches de l'atmosphère dans la nuit du 10 au 11 août et surtout du 11 au 12 août sont proposées comme l'élément météorologique d'échelle temporelle et spatiale inférieure au phénomène général pouvant expliquer le paroxysme de la région parisienne. L'étude spatiale et temporelle des surmortalités suggère que ce phénomène pourrait être la cause d'environ 10 % (1 500 décès) des victimes de la canicule. Une étude météorologique plus approfondie serait nécessaire pour mieux décrire l'extension horizontale du phénomène, sa structure et son évolution ainsi que les conditions de son apparition.



## Conclusion

On a montré que les variations de la surmortalité due à la canicule dans les différentes régions françaises s'expliquent assez bien par la différence de

Figure 11 - Localisation (a) et altitude (b) des points de mesure utilisés.



Cette étude a mis par ailleurs en évidence quelques faits d'ordre météorologique à prendre en considération dans les plans de prévention des risques sanitaires de la canicule :

- la cohérence géographique des risques, dépendant au premier ordre de la localisation des zones de température maximale exceptionnelle et élevée ;
- l'effet cumulatif du risque pendant environ cinq jours, entraînant un accroissement continu des victimes en début de canicule ;
- un risque néanmoins réel dès le premier jour de grande chaleur (le danger se situant plutôt dès 35 °C) ;

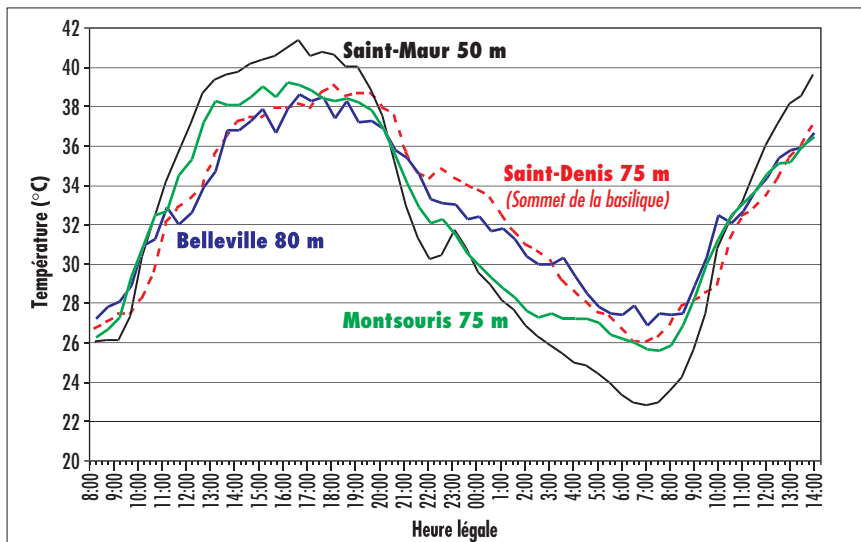


Figure 12 - Température aux points de mesures de la figure 11, du 11 août à 8 h au 12 août à 14 h.

– l'importance, pour la ventilation des logements et les conseils de comportement pour des activités extérieures, d'une connaissance de la variation diurne de la température – en particulier, le maximum des températures diurnes

présentant un risque se situe dans la tranche 13 h-21 h, à bien distinguer de la tranche 12 h-16 h qui présente un risque pour l'exposition au soleil ;  
– le risque accru dans les zones de vent au sol quasi nul, d'extension géogra-

phique et temporelle plus réduite que la surface touchée par la canicule. Dans cette zone, le refroidissement nocturne est d'autant plus faible au niveau d'un appartement d'immeuble que celui-ci est situé à un étage élevé.

Afin de consolider les résultats de cette étude exploratoire, il serait souhaitable que soient entrepris des travaux interdisciplinaires plus approfondis, réunissant des scientifiques de l'atmosphère, des médecins, des ingénieurs, etc., qui mettraient en commun leurs connaissances et les données recueillies en été 2003 et pour d'autres canicules. La progression des connaissances sur les conséquences des fortes chaleurs sur la santé et la diffusion de celles-ci restent encore aujourd'hui une nécessité pour que soient élaborées et appliquées les mesures de prévention, souvent très simples, de nature à éviter le renouvellement d'une tragédie de l'ignorance comme celle de l'été 2003 en France.



## Remerciements

Je remercie Régis Juvanon du Vachat, Emmanuel Legrand, Gilbert Monceau, Daniel Fournier et Olivier Le Moigne de Météo-France pour leur aide dans la préparation de cet article et pour la mise à disposition des données météorologiques, ainsi que les deux réviseurs de l'article pour leur contribution à l'amélioration du texte.

Pour pallier l'engorgement des funérariums d'Ile-de-France, 3 000 lits ont été installés dans un hall réfrigéré du Marché d'intérêt national à Rungis. (© AFP, T. Coex)

## Bibliographie

- **André J.-C., M. Déqué, P. Rogel et S. Planton**, 2004 : La vague de chaleur de l'été 2003 et sa prévision saisonnière, *C.R.Geoscience*, 336, 491-503.  
[http://www.academie-sciences.fr/publications/comptes\\_rendus/pdf/CRGeoscience\\_article9.pdf](http://www.academie-sciences.fr/publications/comptes_rendus/pdf/CRGeoscience_article9.pdf)
- **Bessemoulin P., N. Bourdette, P. Courtier et J. Manach**, 2004 : La canicule d'août 2003 en France et en Europe, *La Météorologie* 8<sup>e</sup> série, 46, 25-33.
- **Grazzini F., L. Ferranti, F. Lalaurette et F. Vitart**, 2003 : The exceptional warm anomalies of summer 2003, *ECMWF Newsletter*, 99, 2-8.  
<http://www.ecmwf.int/publications/newsletters/pdf/99.pdf>
- **Hémon D. et E. Jouglu**, 2003 : Surmortalité liée à la canicule d'août 2003. Rapport d'étape Inserm, 59 p.  
<http://lesrapports.ladocumentationfrancaise.fr/BRP/034000581/0000.pdf>
- **Institut de veille sanitaire**, 2004a : Système d'alerte canicule et santé 2004. Rapport opérationnel Invs, avril 2004, 35 p.  
[http://www.invs.sante.fr/publications/2004/syst\\_alerte\\_canicule/rapport\\_SACS\\_2004.pdf](http://www.invs.sante.fr/publications/2004/syst_alerte_canicule/rapport_SACS_2004.pdf)
- **Institut de veille sanitaire**, 2004b : Étude des facteurs de décès des personnes âgées résidant à domicile durant la vague de chaleur d'août 2003. Invs, juillet 2004, 165 p.  
[http://www.invs.sante.fr/publications/2004/chaleur2003\\_170904/rapport\\_chaleur2003.pdf](http://www.invs.sante.fr/publications/2004/chaleur2003_170904/rapport_chaleur2003.pdf)
- **Météo-France**, 2003 : *Météo-Hebdo* (Bulletin hebdomadaire d'études et de renseignements), n° 31, 32, 33.