



## Revue Géographique de l'Est

vol. 46 / 1-2 | 2006

La Bourgogne : dynamiques spatiales et  
environnement

---

### L'été meurtrier de 2003 en Bourgogne

*The deadly summer of 2003 in Burgundy*

*Der mörderische Sommer 2003 in Burgund*

Jean-Pierre Besancenot, Sabrina Havard et Étienne Cassagne

---



#### Édition électronique

URL : <http://journals.openedition.org/rge/1350>

ISSN : 2108-6478

#### Éditeur

Association des géographes de l'Est

#### Édition imprimée

Date de publication : 1 janvier 2006

ISSN : 0035-3213

#### Référence électronique

Jean-Pierre Besancenot, Sabrina Havard et Étienne Cassagne, « L'été meurtrier de 2003 en Bourgogne », *Revue Géographique de l'Est* [En ligne], vol. 46 / 1-2 | 2006, mis en ligne le 18 décembre 2009, consulté le 19 avril 2019. URL : <http://journals.openedition.org/rge/1350>

---

Ce document a été généré automatiquement le 19 avril 2019.

Tous droits réservés

---

# L'été meurtrier de 2003 en Bourgogne

*The deadly summer of 2003 in Burgundy*

*Der mörderische Sommer 2003 in Burgund*

**Jean-Pierre Besancenot, Sabrina Havard et Étienne Cassagne**

---

*Les auteurs tiennent à assurer de leur gratitude Karine Laaidi (Institut de Veille Sanitaire), Isabelle Millot (Observatoire Régional de la Santé de Bourgogne), Denis Thévenin et Bruno Bouchard (Centres départementaux Météo-France de la Côte-d'Or et de l'Yonne), Pierre Deléaz (Atmosf Air Bourgogne Centre-Nord et Atmosf Air Bourgogne Sud), Sandrine Monteiro (Atmosf Air Bourgogne Centre-Nord), Philippe Devis (Observatoire Régional de l'Environnement de Bourgogne), Emmanuelle Chaillot (étudiante en médecine), Carole Bernardi et Anne Claudon (étudiantes en géographie).*

## Introduction

- 1 Durant la deuxième semaine d'août 2003, les Français ont découvert avec effarement que la vague de chaleur qui sévissait de façon discontinue depuis la fin mai, et qui s'était soudain amplifiée, était en train de provoquer une hécatombe. À l'incrédulité et au déni a rapidement succédé un sentiment d'horreur. Par-delà les hésitations des communiqués officiels, le nombre des victimes recensées était presque quotidiennement révisé à la hausse : une cinquantaine, quelques centaines, plusieurs milliers et, pour finir, près de 15 000. Il devenait ainsi évident qu'un phénomène météorologique banal dans sa genèse, sinon dans son intensité, pouvait se transformer en une catastrophe sans précédent, qui allait faire vaciller le pouvoir politique et susciter « la plus grosse crise sociale qui ait secoué le pays depuis mai 1968 ».
- 2 Il subsiste assurément des points non résolus, comme la part de responsabilité de la pollution photochimique dans la surmortalité observée (InVS, 2004). La question reste également en suspens de savoir si une activation plus précoce du « Plan blanc » de mobilisation des hôpitaux aurait permis un bilan moins lourd. Il n'empêche que la situation nationale est aujourd'hui assez bien connue, par recoupement de diverses

sources : rapports d'expertises (Hémon et Jouglu, 2003 et 2004 ; InVS, 2003a et b ; Lalande *et al.*, 2003...), enquêtes parlementaires (Evin et d'Aubert, 2004 ; Jacquat, 2003 ; Pelletier *et al.*, 2003-2004), récits circonstanciés d'un lanceur d'alerte (Pelloux, 2003) et d'un gestionnaire de la crise (Abenhaïm, 2003), enfin innombrables publications en provenance des secteurs les plus variés de l'horizon scientifique (Besancenot, 2005 a et b ; Ledrans *et al.*, 2004 ; Vandentorren *et al.*, 2004...). En revanche, si l'on met à part l'Ile-de-France (Rousseau, 2005), on sait peu de choses sur la déclinaison du phénomène à des échelles spatiales plus fines. Trop souvent, les bilans tirés au niveau régional se sont bornés à transposer les connaissances acquises au plan national. Faute de données adéquates, « trop éparpillées » ou seulement accessibles « selon le bon vouloir des personnes qui les détiennent » (Collet, 2005), les spécificités de chaque secteur ont été insuffisamment dégagées. Cela risque de rendre vaines les mesures prises pour éviter que la répétition d'un tel aléa météorologique n'entraîne un bilan aussi lourd. C'est pourquoi il nous a paru utile de nous pencher sur la façon dont la canicule s'est manifestée dans les quatre départements bourguignons. Le choix de la Bourgogne se justifie par le fait qu'elle arrive au troisième rang des régions métropolitaines les plus touchées et qu'elle a révélé pendant cette canicule des disparités internes parmi les plus saisissantes du pays.

- 3 Après un rappel des caractéristiques de la vague de chaleur, nous nous attacherons à évaluer l'impact qu'elle a eu sur la mortalité, à court et à moyen termes, et nous tenterons d'en tirer des leçons pour l'avenir, dans le cadre des systèmes d'alerte et de prévention mis en place à partir de 2004. Le caractère fragmentaire des données disponibles ne permettra pas une étude exhaustive, mais cette première approche devrait nous aider à poser un certain nombre de questions.

## I. Une vague de chaleur d'une ampleur et d'une durée exceptionnelles

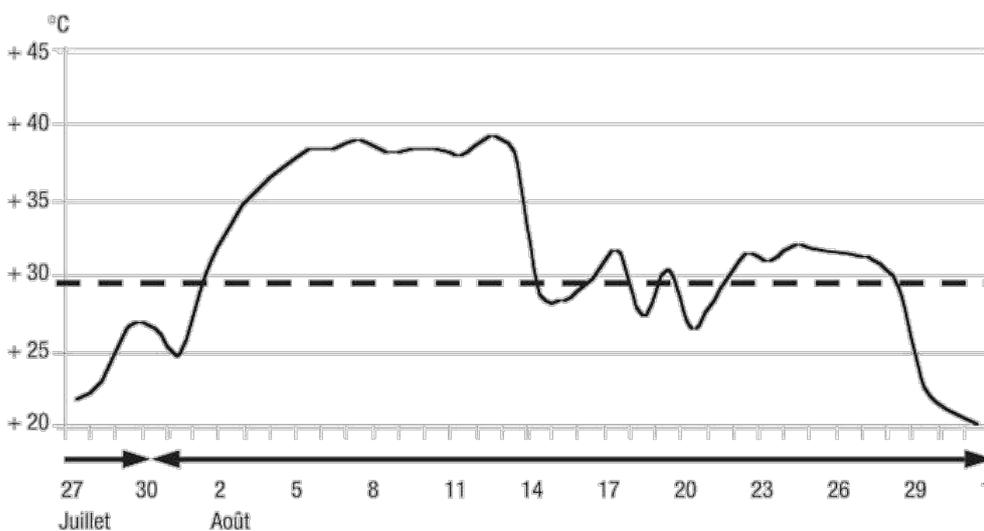
### A. Situation synoptique

- 4 Ce n'est pas à l'échelle de la Bourgogne, mais à celle de l'Europe occidentale qu'il convient de considérer la situation aérologique (Black *et al.*, 2004 ; Fink *et al.*, 2004). De la fin de l'hiver à la mi-août 2003, le fait essentiel a été la persistance de conditions fortement anticycloniques, qui ont exercé un effet de blocage sur le flux zonal d'Ouest et rejeté les perturbations vers l'Irlande ou la Scandinavie (Wahl *et al.*, 2005). Parallèlement, en raison de l'échauffement des couches inférieures de l'atmosphère, la présence de basses pressions thermiques a suscité sur la France, et notamment sur les régions teintées de continentalité, l'advection de masses d'air très chaud en provenance du Sahara et du Maghreb. À différentes reprises, une puissante dorsale à près de 5 000 mètres d'altitude a agi comme une énorme « couverture » (Bessemoulin *et al.*, 2004) empêchant les basses couches de se refroidir, de jour aussi bien que de nuit, et stabilisant la masse d'air au point d'empêcher quasiment toute convection.
- 5 Il en est résulté de fréquentes anomalies positives de température, non seulement pendant la période critique d'août, mais tout au long du trimestre estival.

## B. Chronologie et caractéristiques de la vague de chaleur

- 6 Du 1<sup>er</sup> juin au 31 août, les températures moyennes ( $T$ ) ont dépassé la normale 1971-2000 de + 3,9 °C à Nevers, de + 4,3 °C à Auxerre, de + 4,6 °C à Dijon et de + 5,0 °C à Mâcon. Même les records de 1947 ont été battus (+ 23,6 °C contre + 21,2 °C dans la capitale régionale pour la moyenne des trois mois). De ce fait, l'année 2003 ressort comme la plus chaude que la Bourgogne ait connue depuis le début des observations météorologiques — soit, par exemple, depuis 1906 à Dijon et depuis 1873 à Auxerre (Cinquin, 2004 ; Devis *et al.*, 2004).
- 7 Après un mois de juin qui avait dépassé la normale de + 5,4 °C (Nevers) à + 7,2 °C (Mâcon), le mois de juillet a été dans l'ensemble plus proche des valeurs habituellement observées (+ 1,9 à + 2,7 °C), mais fut marqué par un vigoureux pic thermique au cours de la deuxième décennie. La première quinzaine d'août a ensuite subi une canicule à caractère exceptionnel. La courbe des températures maximales ( $T_x$ ) à Dijon (Fig. 1) permet alors de distinguer trois phases successives :
1. une hausse progressive des températures jusqu'au 5 août, avec des chiffres grimant d'une valeur proche de la normale (+ 24,9 °C le 31 juillet) jusqu'à + 38 °C ;
  2. une stabilisation de ces dernières à un niveau très élevé, entre + 38 et + 39,3 °C, du 6 au 13 ;
  3. enfin un fléchissement rapide les jours suivants, en liaison avec la baisse du champ de pression, la réorientation du flux au Sud-Ouest et l'arrivée d'un temps un peu plus perturbé ; dès le 14, le thermomètre ne dépassait plus + 29 °C et c'est seulement autour du 25 qu'il remontera très passagèrement à + 32,1 °C.

Figure 1 : Températures maximales journalières ( $T_x$ ) de Dijon du 27 juillet au 1<sup>er</sup> septembre 2003. En tirets, la normale 1971-2000.



- 8 Dans ces conditions, du 1<sup>er</sup> au 20 août, la moyenne des  $T_x$ s'établit à + 34,3 °C, soit un excédent de + 9,0 °C par rapport à la normale.
- 9 Des records absolus ont été battus dans plus de 65% des stations du réseau bourguignon (+ 39,2 °C à Nevers le 11 août, le précédent record de + 38,7 °C remontant à juillet 1947 ; + 39,3 °C à Dijon, balayant les + 38,1 °C du 31 juillet 1983 ; + 39,8 °C à Mâcon, etc.). Que ce soit dans des sites de vallée, de plaine ou de plateau, toute la Bourgogne a été exposée

au moins cinq fois (et plus de 25 fois dans le Chalonnais ou à Digoin) à un maximum dépassant la barre des + 35 °C (journées de très forte chaleur). Le seuil des + 40 °C a souvent été franchi, Auxerre l'ayant même dépassé pendant huit jours consécutifs, avec un maximum absolu de + 41,1 °C. Certaines localités proches ont été encore plus éprouvées, avec + 42,5 °C à Vincelles, dans la vallée de l'Yonne. Certes, le département icaunais avait déjà connu dans le passé des températures de cet ordre (en 1892, 1900, 1911, 1921, 1947, 1964 et 1998), mais jamais il n'avait été confronté à une telle chaleur pendant une aussi longue durée. En août 2003, c'est donc avant tout la persistance de la canicule qui a été anormale, seul l'été 1976 ayant connu un paroxysme plus long, mais nettement moins intense. L'été 2003 détient en outre le record du nombre de journées de très forte chaleur jamais observé : dans la capitale régionale, avec un total de 15 jours dont 11 consécutifs, il a largement devancé l'été 1947 et ses 6 jours (Bernardi et Claudon, 2004).

- 10 Dans ce contexte, les 11 et 12 août ont présenté la situation la plus critique. Ces deux jours ont souvent enregistré les maxima les plus élevés, mais ils ont surtout concentré les records de températures minimales ( $T_n$ ). C'est ainsi qu'à l'heure la plus « fraîche » de la nuit, le thermomètre a frôlé les + 26 °C dans plusieurs stations de l'Auxerrois ou du Pays d'Othe et qu'il a atteint + 26,3 °C sur les Hautes-Côtes de Beaune, consécutivement à l'installation d'une ceinture chaude. On convient parfois que des  $T_n$  supérieures à + 20 °C permettent d'identifier dans nos régions des « nuits tropicales » (Wahl *et al.*, 2005). Or au cours de cet été 2003, on en a dénombré 18 à Mâcon, 13 à Dijon et 10 à Auxerre. Ce sont là des chiffres que l'on ne retrouve nulle part ailleurs dans le quart Nord-Est de la France (Drogue *et al.*, 2005).
- 11 Il ne faudrait toutefois pas imaginer des conditions uniformes sur l'ensemble de la Bourgogne. Il suffit pour s'en convaincre de noter qu'en Côte d'Or, au cours de l'été, le seuil des + 30 °C a été dépassé 26 fois à Saulieu, 44 fois à Châtillon-sur-Seine et 53 fois à Dijon, alors qu'en année moyenne les chiffres s'échelonnent seulement de 10 à 12 selon les stations. Les minima ont été encore plus contrastés d'un endroit à l'autre, sans que l'explication soit toujours évidente. Chalon-sur-Saône, par exemple, n'a connu qu'une « nuit tropicale » et Nevers aucune. Par-delà certaines particularités locales, il convient de relever ici l'opposition entre villes et campagnes. Une comparaison de l'agglomération dijonnaise et du Châtillonnais se révèle très instructive. En effet, l'après-midi, le milieu rural a plus souffert que la ville : à Châtillon-sur-Seine, du 1<sup>er</sup> au 20 août, un écart de + 12,1 °C par rapport à la normale a été observé pour les maxima (maximum absolu de + 40,9 °C). Mais les nuits y étaient plus supportables, au point que le seuil des + 20 °C n'a jamais été franchi. Avec quelques nuances, surtout dans l'axe de la vallée de l'Yonne, les autres départements bourguignons confirment que les « nuits tropicales » sont une spécificité urbaine. Encore n'avons-nous pris en compte que les températures relevées dans les stations météorologiques, au site par définition bien dégagé : il est vraisemblable que des minima encore plus élevés ont été enregistrés dans les quartiers à forte densité urbaine des centres-villes.
- 12 L'absence presque totale de vent (rarement plus de 1 à 3 m/s de 6 à 14 heures) a pu avoir un effet aggravant, en accentuant l'inconfort thermique et l'impression de fournaise. En revanche, il n'y a pas lieu de s'attarder sur l'humidité relative, souvent reconnue comme facteur aggravant de l'inconfort provoqué par les canicules (Besancenot, 2004), mais restée anormalement faible aux heures les plus chaudes d'août 2003 (12 % à Dijon le 9, 10

% à Mâcon deux jours plus tard). Les risques auraient donc pu être pires encore, en présence de chaleur humide.

- 13 La situation aérologique à l'origine de cette canicule a également contribué à créer et à entretenir une forte pollution de l'atmosphère.

### C. Qualité de l'air

- 14 L'importance du rayonnement solaire était propice à la formation dans les basses couches de grandes quantités d'ozone, à partir des oxydes d'azote, des composés organiques volatils et de divers autres précurseurs. Dans le même temps, la persistance d'un puissant anticyclone a favorisé la stagnation des polluants, la faiblesse du vent s'opposant à toute dispersion horizontale alors que la forte subsidence faisait obstacle à la dispersion verticale. Enfin, l'absence de pluie a empêché la précipitation au sol des particules solides, tandis que la faible humidité interdisait la transformation des gaz en leur état aqueux (acide nitreux ou nitrique, par exemple, pour les oxydes d'azote). Il n'y a donc pas lieu de s'étonner si l'été 2003 a connu le plus long, sinon le plus intense épisode de pollution photochimique jamais mesuré en Bourgogne. Pour l'ozone, la procédure d'information des populations (que la réglementation impose au seuil de  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur une heure) a été activée à six reprises en Côte d'Or. La préfecture a alors imposé une réduction de la vitesse sur la rocade dijonnaise. Mais, sans doute en raison de la proximité de la région lyonnaise, la Saône-et-Loire a été beaucoup plus touchée, avec 6, 14 et 28 moyennes horaires dépassant  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dans les trois stations de la communauté de communes de Chalon, 30 à Montceau-les-Mines, 34 au Creusot, voire 43 et 58 dans les deux stations périurbaines de Mâcon. L'Yonne et la Nièvre n'ont pas été épargnées, avec 7 jours de dépassement à Sens et même 4 à Saint-Brisson, dans le Parc Naturel Régional du Morvan. Les concentrations en dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ) et en particules fines ( $\text{PM}_{10}$ ) ont également été supérieures aux valeurs habituelles.
- 15 Comme dans la plupart des épisodes caniculaires récents (Basu et Samet, 2002 ; Besancenot, 2002), les fortes températures et la mauvaise qualité de l'air se sont conjuguées pour entraîner une élévation brutale de la mortalité.

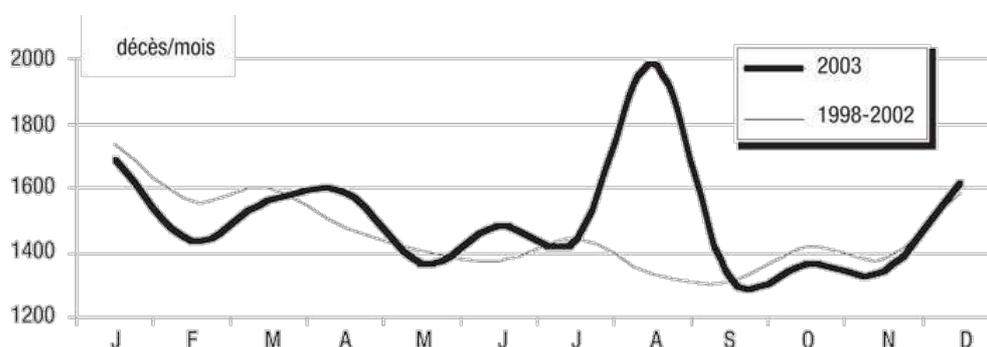
## II. L'impact sanitaire de la canicule, révélé par la surmortalité

### A. Mortalité à court terme

- 16 Du 25 mai au 31 août 2003, la Bourgogne a enregistré 5 211 décès. Par rapport à la moyenne de la période correspondante des trois années précédentes (« mortalité attendue »), cela représente un excédent de 657, soit + 14,4 %. Les chiffres départementaux s'échelonnent de + 5,7 % dans la Nièvre à + 19,1 % dans l'Yonne. Mais la situation a varié d'un mois à l'autre :
- 17 — Juin (+ 7,4 % en moyenne régionale, soit un excédent de 102 décès) s'est caractérisé par une forte opposition entre, d'un côté, la Côte-d'Or et la Nièvre (qui ont eu une mortalité proche de la normale, avec des écarts respectifs de - 1,5 % et de + 4,6 %), et de l'autre la Saône-et-Loire et l'Yonne (affectées de surmortalités de + 12,2 et +14 %).

- 18 — Juillet ne s'est guère écarté de la mortalité attendue, avec 1 440 décès contre 1 426, mais des disparités ont une nouvelle fois été constatées d'un département à l'autre : si la Saône-et-Loire a enregistré des décès surnuméraires (+ 6,5 %), la Côte d'Or et l'Yonne sont restées au niveau des années précédentes, la Nièvre bénéficiant même d'une sous-mortalité de - 10,1 %.
- 19 — La situation a été beaucoup plus dramatique en août, avec 1 984 décès au lieu de 1 426 (+ 39,1 %). Le total mensuel masque toutefois l'acuité du phénomène : pour l'essentiel, c'est la période du 1<sup>er</sup> au 20 qui a été touchée (1 478 décès au lieu de 920, soit + 60,7 %), et plus encore les quinze jours du 4 au 18 (1 233 décès au lieu de 665, soit + 85,4 %). Avec 130 décès, le 11 août a été le jour le plus meurtrier, avec un excédent de + 182,6 % par rapport à la normale. La figure 2 illustre le caractère exceptionnel d'août 2003. Mais tous les départements n'ont pas été également éprouvés : du 4 au 18, la surmortalité a atteint + 103,5 % dans l'Yonne, alors qu'elle n'a pas dépassé + 88,3 % en Côte d'Or, + 79,7 % en Saône-et-Loire et + 69,5 % dans la Nièvre.

Figure 2 : Nombre mensuel de décès en Bourgogne



## B. Mortalité à long terme

- 20 La question essentielle est celle du bilan net de la vague de chaleur : les personnes décédées auraient-elles survécu, et de combien, en l'absence d'un tel paroxysme thermique ? Après une canicule meurtrière, on peut assister à une sous-mortalité compensatrice transitoire, les décès observés lors du pic de température devant alors être interprétés comme de simples anticipations d'issues fatales inéluctables chez des sujets très vulnérables. Mais dans d'autres cas, on constate le maintien durable d'un excédent de décès, nombre de personnes âgées fragilisées par la chaleur ne s'étant jamais vraiment remises et ayant ensuite été incapables de résister à la première maladie. Ainsi, septembre, octobre et novembre 2003 ont été très proches de la « mortalité attendue », mais décembre a été marqué par un nouveau pic de décès (+ 7 %), à la suite de pathologies grippales. Au total, sur l'année 2003, la mortalité a augmenté de + 3,9 % par rapport à 2002 : 18 264 décès en Bourgogne, contre 17 582 l'année précédente (Migieu, 2004). Avec des écarts notables d'un département à l'autre (+ 0,6% dans la Nièvre, + 1,1 % en Côte d'Or, + 5,0 % en Saône-et-Loire, +8,3 % dans l'Yonne), on retrouve sensiblement dans le bilan annuel l'excédent de l'été : il y a bien eu surmortalité, et non simple concentration sur les jours les plus chauds de décès de personnes à l'état de santé précaire, de toute façon condamnées à bref délai.

- 21 Mais la situation s'est inversée en 2004, surtout entre février et juin où l'on a assisté à une franche sous-mortalité, qui fait que le bilan établi sur un an (juillet 2003-juin 2004) est équilibré. Si le phénomène a déjà été décrit à l'échelle nationale (Valleron et Boumendil, 2004), la Bourgogne ressort avec la Picardie comme la région où il a été le plus marqué (Richet-Mastain, 2005). On peut en conclure que la canicule a en moyenne anticipé de six à dix mois la fin de vie des personnes décédées en août 2003.

### C. Principales victimes : les femmes âgées en ville

- 22 La chaleur n'a pas frappé indistinctement les populations exposées. Les diverses classes d'âge ont été inégalement affectées, mais on ne s'attardera pas sur ce point où la Bourgogne ne se distingue guère du reste de la France. L'élévation de la mortalité, minime jusqu'à 50 ans et uniquement perceptible chez l'homme, a crû fortement au-delà : + 31,1 % entre 50 et 70 ans, + 71,9 % entre 70 et 85 ans, + 144,2 % à 85 ans et plus. D'où la dramatique surmortalité qui a sévi dans les maisons de retraite et les unités de soins de longue durée (+ 170,1 % du 4 au 18, contre + 85,4 % à domicile). À la fragilité de la personne âgée, souvent polypathologique, et à son incapacité progressive à assurer sa constance thermique interne s'ajoute le fait que le vieillard n'éprouve de sensation de chaleur et ne ressent le besoin de se protéger que pour une élévation proche de + 5 °C de sa température cutanée, contre + 0,5 °C chez l'adulte. Le besoin de boire est, lui aussi, de moins en moins perçu avec l'âge.
- 23 Si les deux sexes ont été touchés, la surmortalité observée chez les femmes (+ 118,8 % du 4 au 18) a été le double de celle qui frappait les hommes (+ 55,6 %). L'explication est vraisemblablement qu'à partir de la soixantaine, les femmes présentent une plus forte occurrence de troubles de la régulation thermique et, notamment, de la sudation. Elles sont également plus nombreuses à vivre seules avec de faibles revenus, ce qui constitue un important facteur de risque. Le sex-ratio est spécialement déséquilibré en Saône-et-Loire, avec une surmortalité de + 126,9 % chez les femmes contre + 39,0 % chez les hommes.
- 24 Si aucun secteur n'a été épargné, des disparités spatiales notables doivent être soulignées, en plus des écarts déjà notés d'un département à l'autre. Ainsi, en Côte-d'Or (tableau 1), l'arrondissement de Dijon a enregistré une surmortalité de 78,2 %, contre 28,4 % pour celui de Beaune, juxtaposant petites villes et campagnes, et 9,1 % pour celui de Montbard qui relève du rural profond (Tourolle *et al.*, 2003). Inégalement vérifiée dans le cas de Dijon, où l'agglomération a été un peu moins touchée que le reste de l'arrondissement, mais où la commune-centre a néanmoins été pénalisée (+ 93 %), l'influence urbaine est généralement nette, comme l'illustre le cas de Beaune, avec une surmortalité trois fois plus forte dans la ville que dans le reste de l'arrondissement.

Tableau 1 : La surmortalité du 1<sup>er</sup> au 18 août en Côte-d'Or

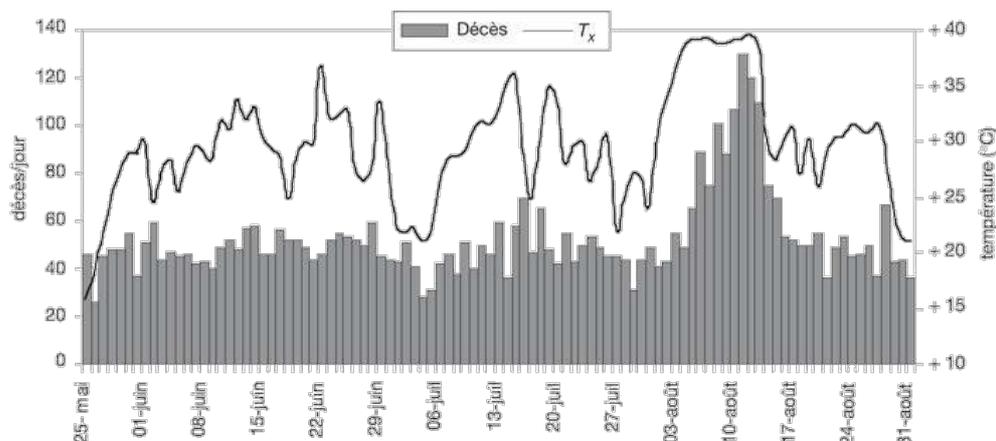
	Moyenne 2000-2002	2003	Évolution
<b>Arrondissement de Dijon</b>	<b>223,3</b>	<b>398</b>	<b>+ 78,2 %</b>
<i>Hors Dijon</i>	<i>82,7</i>	<i>155</i>	<i>+ 87,4 %</i>
<i>Dijon (agglomération)</i>	<i>140,6</i>	<i>243</i>	<i>+ 66,4 %</i>
<b>Arrondissement de Montbard</b>	<b>73,3</b>	<b>80</b>	<b>+ 9,1 %</b>
<b>Arrondissement de Beaune</b>	<b>62,3</b>	<b>80</b>	<b>+ 28,4 %</b>
<i>Arrondissement hors ville</i>	<i>33,3</i>	<i>38</i>	<i>+ 14,1 %</i>
<i>Beaune</i>	<i>29,0</i>	<i>42</i>	<i>+ 44,8 %</i>
<b>Département</b>	<b>359</b>	<b>558</b>	<b>+ 55,4 %</b>

- 25 La canicule a sans doute modifié la répartition habituelle de la mortalité par causes, mais il est difficile de préciser ce point, les services spécialisés de l'Inserm n'ayant pas encore procédé au dépouillement des certificats de décès de 2003. On peut y remédier, en partie, par l'examen de l'activité des établissements de soins. Du 1<sup>er</sup> au 20, les admissions au service d'accueil d'urgence des hôpitaux de Châtillon-sur-Seine et Montbard ne se sont guère écartées des trois années précédentes (respectivement - 13,6 et + 7,6 %). En revanche, pour les diagnostics directement liés à la chaleur (déshydratation, hyperthermie, malaise avec ou sans perte de connaissance...), la progression a atteint + 71,4 et + 117,0 %. Au CHU de Dijon, les passages aux urgences ont progressé de + 120 % toutes causes confondues (avec une multiplication par treize pour les motifs psychiatriques !) et de + 160,7 % pour les diagnostics directement liés à la chaleur (Chaillet, 2004). D'où une situation critique dans cet établissement, où la moitié des patients pris en charge en août l'ont été entre le 10 et le 13.

#### D. Relation température-mortalité

- 26 La figure 3 révèle un net parallélisme des courbes de mortalité et de température. Le brutal décrochement du nombre des décès le 11 doit être lié au niveau très élevé des températures minimales. C'est en effet un constat banal lors des périodes caniculaires que la chaleur de l'après-midi, si forte soit-elle, est assez bien supportée tant que les nuits permettent de « récupérer » dans de bonnes conditions ; dans le cas contraire, en présence de nuits étouffantes, les décès se multiplient. La mortalité a ensuite amorcé une régression discrète le 13, parallèlement à la courbe thermique, le recul s'amplifiant le lendemain pour retrouver une valeur quasi normale à partir du 19.

Figure 3 : Mortalité journalière en Bourgogne et température maximale moyenne de la région, du 25 mai au 31 août 2003



- 27 Des corrélations ont été établies entre la température et le nombre de décès du jour même, mais aussi du lendemain et des quatre jours suivants (E. Cassagne, 2004). L'analyse (tableau 2) a été réalisée séparément pour la période précédant la canicule (25 mai-31 juillet) et pour les 20 premiers jours d'août :
- 28 — En Côte-d'Or, même si juin et juillet ont connu plusieurs jours consécutifs au-dessus de + 30 °C, la mortalité est restée indépendante de la température jusqu'à la canicule. Tout a basculé le 1<sup>er</sup> août, avec des corrélations positives fortes entre la température minimale, la température maximale, la température moyenne et le nombre de décès des quatre jours suivants.
- 29 — L'absence de corrélations température-mortalité se retrouve dans la Nièvre jusqu'au 31 juillet. Mais, là encore, des corrélations fortes ont ensuite été observées avec les températures maximales et moyennes, surtout avec un décalage d'un jour. Toutefois, une différence majeure avec la Côte-d'Or réside dans l'absence de corrélation significative avec la température minimale. Cela s'explique sans doute par l'inexistence de « nuits tropicales » : les températures nocturnes auraient peu joué dans la surmortalité nivernaise.
- 30 — À l'inverse, la Saône-et-Loire révèle des corrélations positives significatives pour la température maximale et la température moyenne, avec des décalages de 1 à 3 jours, avant même la canicule. On a déjà signalé que juin avait souffert d'une franche surmortalité, passée sur le moment inaperçue ; il se confirme maintenant que des pics de température en étaient la cause. Après quoi, du 1<sup>er</sup> au 20 août, la hausse de la mortalité a été principalement liée à l'augmentation des températures maximales, surtout avec un décalage de deux jours. À l'inverse, les corrélations avec la température minimale sont devenues moins significatives : cela suggère que, si les températures nocturnes ont un rôle peu contestable dans la hausse de la mortalité, une condition nécessaire est qu'elles soient associées à des maxima élevés.
- 31 — Dans l'Yonne, enfin, jusqu'au 31 juillet, seules quelques corrélations ont été significatives ( $p < 0,02$ ), toujours avec un décalage d'un ou deux jours. Comme pour la Saône-et-Loire, il faut rapprocher ces valeurs de la surmortalité enregistrée en juin. Pour les deux premières décades d'août, nous retrouvons la relation forte entre mortalité, température maximale et température moyenne, avec des corrélations significatives pour la température minimale en présence de décalages de 0 à 2 jours.

Tableau 2 : Coefficients de corrélation entre la mortalité journalière et les températures maximales ( $T_x$ ), minimales ( $T_n$ ) et moyennes ( $T$ ), pour les quatre départements bourguignons. En gras : corrélation significatives ( $p < 0,02$ )

Côte d'Or	Décalage (jours)	$T_n$	$T_x$	$T$	Nièvre	Décalage (jours)	$T_n$	$T_x$	$T$
25 mai-31 juillet	0	0,25	0,21	0,24	25 mai-31 juillet	0	0,07	0,27	0,26
	1	0,13	0,17	0,23		1	-0,02	0,20	0,18
	2	-0,08	0,02	0,00		2	0,24	0,12	0,22
	3	-0,07	0,02	-0,04		3	0,10	0,23	0,26
	4	-0,08	-0,08	-0,06		4	0,00	0,24	0,21
	5	-0,15	-0,06	-0,12	5	0,07	0,27	0,26	
1 <sup>er</sup> -20 août	0	0,45	0,43	0,47	1 <sup>er</sup> -20 août	0	0,40	<b>0,67</b>	<b>0,73</b>
	1	0,47	<b>0,67</b>	<b>0,68</b>		1	0,13	<b>0,82</b>	<b>0,77</b>
	2	<b>0,60</b>	<b>0,70</b>	<b>0,72</b>		2	0,01	<b>0,69</b>	<b>0,64</b>
	3	<b>0,63</b>	<b>0,74</b>	<b>0,73</b>		3	0,12	<b>0,65</b>	<b>0,64</b>
	4	0,34	<b>0,58</b>	<b>0,59</b>		4	0,07	0,47	0,49
	5	0,44	0,45	0,49	5	-0,01	0,42	0,38	
Saône-et-Loire	Décalage (jours)	$T_n$	$T_x$	$T$	Yonne	Décalage (jours)	$T_n$	$T_x$	$T$
25 mai-31 juillet	0	0,22	0,16	0,19	25 mai-31 juillet	0	0,18	0,16	0,13
	1	0,26	<b>0,32</b>	<b>0,34</b>		1	<b>0,29</b>	0,05	0,16
	2	<b>0,30</b>	<b>0,39</b>	<b>0,38</b>		2	0,10	<b>0,29</b>	<b>0,28</b>
	3	0,13	<b>0,41</b>	<b>0,39</b>		3	0,01	0,13	0,14
	4	0,02	0,21	0,23		4	0,15	0,14	0,17
	5	0,06	0,01	0,06	5	0,06	0,22	0,22	
1 <sup>er</sup> -20 août	0	0,42	<b>0,57</b>	<b>0,56</b>	1 <sup>er</sup> -20 août	0	<b>0,72</b>	<b>0,75</b>	<b>0,75</b>
	1	0,35	<b>0,56</b>	<b>0,61</b>		1	<b>0,68</b>	<b>0,80</b>	<b>0,79</b>
	2	0,35	<b>0,66</b>	<b>0,67</b>		2	<b>0,52</b>	<b>0,74</b>	<b>0,71</b>
	3	0,27	<b>0,62</b>	<b>0,63</b>		3	0,45	<b>0,72</b>	<b>0,65</b>
	4	0,20	<b>0,63</b>	<b>0,62</b>		4	0,43	<b>0,63</b>	<b>0,61</b>
	5	0,25	<b>0,57</b>	<b>0,59</b>	5	0,25	<b>0,52</b>	0,47	

- 32 La température de l'air a donc bien exercé une influence sur la mortalité. Mais, avec des coefficients de corrélation en général compris entre 0,45 et 0,60, la part de variance expliquée reste faible, laissant entrevoir l'existence d'autres facteurs déterminants.
- 33 La température du point de rosée, qui reflète le contenu de l'air en vapeur d'eau, n'a pas eu l'impact que l'on pouvait attendre (E. Cassagne, 2004). Il est vrai que les jours les plus chauds et les plus meurtriers ont aussi été les plus secs.
- 34 La persistance de la chaleur a joué davantage, comme le montre le tableau 3, limité au paramètre le plus étroitement corrélé avec la mortalité, en l'occurrence la température maximale. Pour chaque station ont été individualisés les jours atteignant ou dépassant + 30, puis + 35 °C. On a ensuite calculé la durée des périodes de dépassement ininterrompu et évalué la mortalité journalière moyenne correspondante. En dehors de l'Yonne, de très fortes corrélations positives ( $p < 0,02$ ) ont été obtenues entre la mortalité et le nombre de jours consécutifs dépassant l'un ou l'autre des seuils retenus. Plus que la valeur absolue des températures, c'est par conséquent leur persistance qui a provoqué la surmortalité d'août, laquelle a atteint des sommets entre le 11 et le 13, après dix jours de chaleur accablante. Si juin et juillet ont, eux aussi, enregistré quelques franchissements de la barre des + 35 °C, c'était sur des périodes ne dépassant jamais trois jours ; d'où probablement, à de rares exceptions près, l'absence de surmortalité.

Tableau 3 : Corrélations entre la mortalité et la durée des périodes dépassant les seuils de température maximale ( $T_x$ ) + 30 et + 35°C. En gras : corrélations significatives ( $p < 0,02$ )

	Côte d'Or		Nièvre		Saône-et-Loire		Yonne	
	$T_x \geq + 30 \text{ °C}$	$T_x \geq + 35 \text{ °C}$	$T_x \geq + 30 \text{ °C}$	$T_x \geq + 35 \text{ °C}$	$T_x \geq + 30 \text{ °C}$	$T_x \geq + 30 \text{ °C}$	$T_x \geq + 30 \text{ °C}$	$T_x \geq + 35 \text{ °C}$
Corrélations	0,92	0,83	0,83	0,83	0,91	0,91	0,58	0,62

35 Fort de ces résultats, et de beaucoup d'autres similaires, l'Institut de Veille Sanitaire (*InVS*) a élaboré un Système d'Alerte Canicule et Santé (*SACS*), opérationnel depuis le 1<sup>er</sup> juin 2004, destiné à informer les pouvoirs publics, trois jours à l'avance, de l'existence d'un risque de forte surmortalité. Des seuils critiques de température ont, dès lors, été fixés pour chaque département. Il était tentant d'en vérifier la pertinence pour la Bourgogne.

### III. La validité du système d'alerte

36 Le dispositif mis en place se fonde sur la moyenne glissante des températures minimale et maximale prévues par Météo-France pour les trois jours suivants. La méthode consistant à moyenner sur trois jours la mortalité et les données météorologiques accroît la puissance statistique, mais provoque un important lissage, qui écrête les pics thermiques de courte durée et tend à faire uniquement ressortir la canicule d'août. Cependant, il faut rappeler que le *SACS* a été conçu pour prévenir de forts excédents de décès, rarement observés lors de simples pics thermiques. Les seuils critiques retenus, au regard d'une surmortalité de 100 %, correspondent aux percentiles 98 des températures minimales et maximales de la station de référence de chaque département, calculés sur la période du 1<sup>er</sup> juin au 31 août des années 1973-2003. D'après le *SACS 2004*, ces seuils s'établissent à + 18 et + 34 °C pour la Nièvre, + 19 et + 34 °C pour la Côte d'Or, + 20 et + 34 °C pour la Saône-et-Loire, + 20 et + 35 °C pour l'Yonne (Laaidi et Pascal, 2004). Le *SACS 2005* y a apporté quelques retouches, en remplaçant les percentiles 98 de la distribution des températures par les percentiles 99,5 de la distribution des moyennes tri-journalières de ces températures. Mais cette révision n'a entraîné dans la région qu'une seule modification, le seuil de température minimale de l'Yonne étant abaissé à + 19 au lieu de + 20 °C (Laaidi *et al.*, 2005).

37 Le système a été testé rétrospectivement (Havard, 2005), pour déterminer quelle aurait été son efficacité au cours de l'été 2003 : aurait-il permis de prédire les surmortalités induites tant par les pics thermiques isolés de juin et juillet que par la canicule d'août ? Le choix des stations de référence ne soulevait pas de difficulté pour la Côte d'Or (Dijon), l'Yonne (Auxerre) et la Nièvre (Nevers). Pour la Saône-et-Loire, l'hésitation était permise entre Mâcon et Chalon ; pour respecter le protocole de l'*InVS*, le choix s'est porté sur Mâcon, mais on y reviendra. Deux indices, dont la valeur est comprise entre 0 et 1 (Bouyer *et al.*, 1995), ont été retenus pour caractériser les performances des seuils. Il s'agit de leur Sensibilité ( $S_e$  : probabilité qu'une alerte soit lancée lorsqu'elle est nécessaire) et de leur Valeur Prédictive Positive (*VPP* : proportion d'alertes justifiées parmi celles qui sont lancées) :

38  $S_e = a / a + b$        $VPP = a / a + c$

- 39 avec  $a$  = alertes justifiées (« vrais positifs »),  $b$  = alertes manquées (« faux négatifs ») et  $c$  = fausses alertes (« faux positifs »).
- 40 Pour une surmortalité de 100 % (tableau 4a), les seuils du SACS s'avèrent pertinents en Côte-d'Or et dans l'Yonne, avec des valeurs relativement élevées de  $VPP$  et de  $Se$ . Ils le sont un peu moins en Saône-et-Loire et ne le sont plus du tout dans la Nièvre. Les moins bons résultats obtenus en Saône-et-Loire peuvent s'expliquer par le grand nombre de jours où les seuils ont été dépassés en dehors de la canicule d'août, sans être nécessairement associés à une forte surmortalité — d'où le nombre élevé des fausses alertes. Pour la Nièvre, il faut conclure au choix par l' $lnVS$  de seuils manifestement trop élevés, qui n'ont été dépassés que trois fois durant l'été 2003, un seul de ces dépassements ayant du reste donné lieu à une franche surmortalité.

Tableau 4 : Valeur prédictive positive et sensibilité des seuils du SACS 2004 dans les quatre départements bourguignons, avec ou sans décalage entre température et surmortalité, pour un seuil de surmortalité de 100% (a) ou de 50% (b)

a) 100 %	$T_n / T_x$	$VPP$	$Se$	$VPP_1$	$Se_1$	$VPP_2$	$Se_2$
Côte-d'Or	+ 19 / + 34	0,50	0,86	0,58	1	0,58	1
Yonne	+ 20 / + 35	0,70	1	0,70	1	0,70	1
Saône-et-Loire	+ 20 / + 34	0,27	0,50	0,36	0,67	0,36	0,67
Nièvre	+ 18 / + 35	0,33	0,20	0	0	0,33	0,20

b) 50 %	$T_n / T_x$	$VPP$	$Se$	$VPP_1$	$Se_1$	$VPP_2$	$Se_2$
Côte-d'Or	+ 19 / + 34	0,75	0,75	0,83	0,83	0,92	0,92
Yonne	+ 20 / + 35	1	0,91	1	0,91	0,90	0,82
Saône-et-Loire	+ 20 / + 34	0,45	0,42	0,55	0,50	0,64	0,58
Nièvre	+ 18 / + 35	1	0,25	1	0,25	0,67	0,17

$T_n$  : moyenne glissante sur trois jours des températures minimales (°C) ;  $T_x$  : température glissante sur trois jours des températures maximales (°C) ;  $VPP$ ,  $Se$  : valeur prédictive positive et sensibilité sans décalage ;  $VPP_1$ ,  $Se_1$  : valeur prédictive positive et sensibilité avec un décalage d'un jour ;  $VPP_2$ ,  $Se_2$  : valeur prédictive positive et sensibilité avec décalage de deux jours

- 41 La prise en compte d'un décalage chronologique entre température et mortalité n'améliore pas toujours les résultats et les détériore même dans la Nièvre. De plus, quand amélioration il y a (en Côte d'Or et en Saône-et-Loire), l'augmentation de la  $VPP$  et de la sensibilité reste minime.
- 42 La répétition des tests pour un seuil de surmortalité de 50 % (tableau 4b) montre une dégradation des résultats, spécialement dans la Nièvre. Si la  $VPP$  augmente (ce qui signifie que le risque de fausses alertes diminue), c'est au détriment de la sensibilité. Or l'objectif premier du SACS est bien de minimiser les alertes manquées.
- 43 Il s'ensuit que plusieurs des seuils retenus mériteraient d'être revus. Les propositions suivantes peuvent être faites (tableau 5), en regard d'une surmortalité cumulée sur trois jours atteignant 100 % et sans introduction de décalage chronologique puisque cette pratique n'a pas conduit à une amélioration des résultats :
- 44 — Pour la Côte d'Or et l'Yonne, les seuils du SACS 2004 présentent la meilleure  $VPP$  et la meilleure sensibilité ; ils méritent donc d'être conservés. On notera au passage que les seuils retenus pour l'Yonne par le SACS 2005 (+ 19/+ 34 °C) sont légèrement moins performants que les précédents, tout en demeurant acceptables.

- 45 — En Saône-et-Loire, le seuil de température minimale aurait intérêt à être révisé à la baisse de 1 °C par rapport au seuil *lnVS*. Le couple + 19/+ 34 °C correspond à un assez bon compromis : il accroît nettement la sensibilité du système tout en conservant, même si elle est assez faible, une *VPP* proche de celles des autres seuils. Le couple + 19/+ 33 °C aurait certes amélioré *Se*, mais il aurait entraîné un nombre inacceptable de fausses alertes (17 sur l'été).
- 46 — Enfin, pour la Nièvre, il serait également souhaitable d'abaisser de 1 °C le seuil de l'*lnVS* pour la température minimale. C'est le couple + 17/+ 34 °C qui concilie la meilleure *VPP* et la meilleure sensibilité.

Tableau 5 : Proposition de seuils biométéorologiques pour une surmortalité de 100% dans les départements bourguignons. En gras, les seuils proposés

	$T_n/T_x$	<i>VPP</i>	<i>S<sub>e</sub></i>
Côte d'Or	<b>+ 19 / + 34</b>	<b>0,50</b>	<b>0,86</b>
	+ 19 / + 33	0,43	0,86
	+ 19 / + 32	0,41	1
Yonne	<b>+ 20 / + 35</b>	<b>0,70</b>	<b>1</b>
	+ 19 / + 35	0,64	1
Saône-et-Loire	+ 20 / + 34	0,27	0,50
	<b>+ 19 / + 34</b>	<b>0,26</b>	<b>0,83</b>
	+ 19 / + 33	0,26	1
Nièvre	+ 18 / + 34	0,33	0,20
	<b>+ 17 / + 34</b>	<b>0,50</b>	<b>1</b>
	+ 17 / + 32	0,45	1

$T_n$  : moyenne glissante sur trois jours des températures minimales (°C) ;  $T_x$  : température glissante sur trois jours des températures maximales (°C) ; *VPP* : valeur prédictive positive ; *Se* : sensibilité

- 47 Une question subsidiaire est celle de l'extension à tout un département des seuils calculés à partir d'une seule station de référence, ce qui soulève le problème du choix de cette station. C'est surtout en Saône-et-Loire qu'il est permis de s'interroger, les seuils optimaux définis d'après les données de Mâcon (+ 19/+ 34 °C) ne convenant pas du tout pour Chalon-sur-Saône, où le tableau 6 indique que le couple + 17/+ 33 °C correspond au meilleur compromis, sachant qu'entre plusieurs seuils avec des *VPP* proches, la préférence doit aller à celui qui offre la plus grande sensibilité. Or, l'agglomération chalonnaise est la plus peuplée du département et elle est située en position centrale, au contraire de Mâcon très excentré. Mais Mâcon offre seule l'avantage de disposer de séries longues de données météorologiques. Il ne serait pourtant pas raisonnable de retenir plusieurs stations sentinelles dans un même département. D'une part, les prévisions météorologiques sont d'autant moins fiables qu'elles portent sur un territoire plus exigu. D'autre part, il paraît peu réaliste qu'un préfet décide de lancer une alerte dans un seul secteur de son département ; il lui serait alors bien difficile de tracer la limite à partir de laquelle cette alerte s'applique.

Tableau 6 : Proposition de seuils biométéorologiques pour une surmortalité de 100% à Chalon-sur-Saône. En gras, les seuils proposés

	$T_n/T_x$	VPP	$S_e$
Chalon-sur-Saône	+ 20 / + 34	0	0
	+ 19 / + 34	0	0
	+ 17 / + 34	0,36	0,67
	+ 16 / + 34	0,33	0,83
	+ 17 / + 33	0,33	0,83
	+ 16 / + 33	0,27	1

$T_n$  : moyenne glissante sur trois jours des températures minimales (°C) ;  $T_x$  : température glissante sur trois jours des températures maximales (°C) ; VPP : valeur prédictive positive ;  $S_e$  : sensibilité

## Conclusion

- 48 La vague de chaleur de l'été 2003 a particulièrement éprouvé la Bourgogne, du fait de la conjonction d'un aléa météorologique intense (températures très élevées, de jour aussi bien que de nuit) et d'une grande vulnérabilité de la population, puisque trois des départements (Nièvre, Saône-et-Loire et Yonne) figurent parmi les plus âgés de France. Mais à l'intérieur de la région, les contrastes ont parfois été saisissants : l'Yonne a ainsi été 1,5 fois plus touchée que la Nièvre, les villes l'étant habituellement beaucoup plus que les campagnes, même s'il y a eu des exceptions. La forte concentration de l'air en ozone aux abords de la région lyonnaise a pu jouer un rôle adjuvant. Mais, plus que la valeur absolue des températures, c'est leur persistance qui semble bien avoir multiplié les décès. L'évaluation du système d'alerte chaleur et santé mis en place au lendemain de l'été 2003 a montré la pertinence des seuils retenus dans l'Yonne et la Côte d'Or, mais a attiré l'attention sur la nécessité de réviser ces seuils pour la Saône-et-Loire et, plus encore, pour la Nièvre. Elle a également posé la question du choix des stations de référence.

## BIBLIOGRAPHIE

- Abenhaïm L. (2003). — *Canicules. La santé publique en question*, Paris, Fayard, 267 p.
- Aubert J.C., Marceaux J., Taboulot S. (1994). — *Atlas climatique de la Côte d'Or*, Dijon, Météo France, 127 p.
- Basu R., Samet J.M. (2002). — « Relation between elevated ambient temperature and mortality: a review of the epidemiologic evidence », *Epidemiological Review*, Tome XXIV, n° 2, p. 190-202.

- Bernardi C., Claudon A. (2004). — *Éléments d'étude sur les épisodes chauds : vagues de chaleur et canicule en Côte d'Or*, Dijon, Université, Département de Géographie, 90 p.
- Besancenot J.P. (2002). — « Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines », *Environnement, Risques et Santé*, Tome I, n° 4, p. 229-240.
- Besancenot J.P. (2004). — « Paroxysmes climatiques et santé ». *In* : Bourdillon F., Brückner G., Tabuteau D., *Traité de santé publique*, Paris, Flammarion, p. 120-124.
- Besancenot J.P. (2005a). — « Climat et santé. À propos de la vague de chaleur de l'été 2003 en France ». *In* : Lamarre D., *Les risques climatiques*, Paris, Belin, p. 115-126 et 215.
- Besancenot J.P. (2005b). — « La mortalité consécutive à la vague de chaleur de l'été 2003, étude épidémiologique », *Presse Thermale et Climatique*, Tome CXLII, pp. 13-24.
- Bessemoulin P., Bourdette N., Courtier P., Manach J. (2004). — « La canicule d'août 2003 en France et en Europe », *La Météorologie*, n° 46, p. 25-33.
- Black E., Blackburn M., Harrison G., Hoskins B., Methven J. (2004). — « Factors contributing to the summer 2003 European heatwave », *Weather*, Tome LIX, n° 8, p. 217-223.
- Bouyer J., Hémon D., Cordier S., Derriennic F., Stücker I., Stengel B., Clavel J. (1995). — *Épidémiologie. Principes et méthodes quantitatives*, Paris, Éditions de l'Inserm, 498 p.
- Cassagne E. (2004). — *L'été 2003 en Bourgogne : conditions climatiques et impacts sur la mortalité*, Dijon, Université, École Doctorale Buffon, 53 p.
- Chaillet E. (2004). — *Vague de chaleur d'août 2003. Revue des admissions au service d'accueil d'urgence du CHU de Dijon en août 2003*, Dijon, Université de Bourgogne, Faculté de Médecine, 89 p. + annexes.
- Cinquin A. (2004). — *Les effets socio-économiques de la sécheresse et de la canicule en Bourgogne en 2003*, Dijon, Université, Département de Géographie, 86 p.
- Collet V. (2005). — *Canicule 2003. Origines sociales et ressorts contemporains d'une mort solitaire*, Paris, L'Harmattan, 185 p.
- Devis P., Besancenot J.P., Thévenin D. (2004). — *Sécheresse et canicule 2003. La Bourgogne face aux aléas climatiques*, Dijon, OREB, 12 p.
- Droque G., Hoffmann L., Pfister L., Paul P. (2005). — « Les températures extrêmes de l'année 2003 dans le Nord-Est français et ses bordures luxembourgeoise et allemande », *Revue Géographique de l'Est*, Tome XLV, n° 2, p. 79-98.
- Evin C., d'Aubert F. (2004). — *Le drame de la canicule : une gestion déficiente révélatrice d'une crise structurelle*, Paris, Assemblée Nationale, 233 + 575 p.
- Fink A., Brücher T., Krüger A., Leckebusch G., Pinto J.G., Ulbrich U. (2004). — « The 2003 European summer heatwave and drought - synoptic diagnosis and impacts », *Weather*, Tome LIX, n° 8, p. 209-216.
- Havard S. (2005). — *Nouvelles contributions méthodologiques à l'étude de la canicule de l'été 2003. Évaluation des Systèmes d'Alerte Chaleur et Santé français et allemand*, Dijon, Université de Bourgogne, École Doctorale Buffon, 50 p.
- Hémon D., Jouglé E. (2003). — *Surmortalité liée à la canicule d'août 2003. Rapport d'étape. I. Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques*, Paris, Inserm, 59 p.
- Hémon D., Jouglé E. (2004). — *Surmortalité liée à la canicule d'août 2003. II. Suivi de la mortalité, Causes médicales des décès*, Paris, Inserm, 76 p.

- InVS. (2003a). — *Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en France. Bilan et perspectives*, Saint-Maurice, Institut de Veille Sanitaire, 117 p.
- InVS. (2003b). — « Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 : premiers résultats et travaux à mener », *Bulletin Épidémiologique Hebdomadaire*, n° 45-46, p. 217-228.
- InVS. (2004). — *Vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre températures, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises*, Saint-Maurice, Institut de Veille Sanitaire, 44 p.
- Jacquat D. (2003). — *Rapport d'information sur la crise sanitaire et sociale déclenchée par la canicule*, Paris, Assemblée Nationale, 59 + 580 + 581 p.
- Laaidi K., Pascal M. (2004). — *Système d'alerte canicule et santé 2004 (Sacs 2004). Rapport opérationnel*, Saint-Maurice, Institut de Veille Sanitaire, 35 p.
- Laaidi K., Pascal M., Baffert E.F., Strauss B., Ledrans M., Empereur-Bissonnet P. (2005). — *Système d'alerte canicule et santé 2005 (Sacs 2005). Rapport opérationnel*, Saint-Maurice, Institut de Veille Sanitaire, 61 p.
- Lalande F., Legrain S., Valleron A.J., Meyniel D., Fourcade M. (2003). — *Mission d'expertise et d'évaluation du système de santé pendant la canicule 2003*, Paris, Inspection Générale des Affaires Sociales, 57 p.
- Ledrans M., Pirard P., Tillaut H., Pascal M., Vandentorren S., Suzan F., Salines G., Le Tertre A., Medina S., Maulpoix A., Bérat B., Carré N., Ermanel C., Isnard H., Ravault C., Delmas M.C. (2004). — « La vague de chaleur d'août 2003 : que s'est-il passé ? », *La Revue du Praticien*, Tome LIV, n° 12, p. 1289-1297.
- Migieu X. (2004). — « La démographie marquée par la canicule ». In : *L'année 2003 en Bourgogne*, Dijon, Insee Bourgogne, p. 22.
- Pelletier J., Létard V., Flandre H., Lepeltier S. (2003-2004). — *La France et les Français face à la canicule : les leçons d'une crise*, Paris, Sénat, 405 p.
- Pelloux P. (2003). — *Urgentiste*, Paris, Fayard, 260 p.
- Richet-Mastain L. (2005). — « Bilan démographique 2004 : nette diminution des décès », *Insee Première*, n° 1004, p. 1-4.
- Rousseau D. (2005). — « Analyse fine des surmortalités pendant la canicule 2003. L'événement météorologique de la nuit du 11 au 12 août 2003 en Ile-de-France », *La Météorologie*, n° 51, p. 16-22.
- Tourolle A., Entezam F., Wrobel J., Nonciaux C. (2003). — *Rapport de la mission d'évaluation et d'expertise sur les effets de la canicule en Côte d'Or*, Dijon, Préfecture de la Côte d'Or & Conseil Général de Côte-d'Or, 54 p.
- Valleron A.J., Boumendil A. (2004). — « Épidémiologie et canicules : analyses de la vague de chaleur 2003 en France », *Comptes Rendus Biologies*, Tome CCCXXVII, n° 12, p. 1125-1141.
- Vandentorren S., Suzan F., Medina S., Pascal M., Maulpoix A., Cohen J.C., Ledrans M. (2004). — « Mortality in thirteen French cities during the August 2003 heat wave », *American Journal of Public Health*, Tome XCIV, n° 9, p. 1518-1520.
- Wahl L., Paul P., Pichard C., Mory N., Drogue G., Pfister L. (2005). — « Les canicules de l'été 2003 : un événement météorologique exceptionnel dans le quart nord-est de la France », *Revue Géographique de l'Est*, Tome XLV, n° 2, p. 67-77.

## RÉSUMÉS

La Bourgogne est arrivée au troisième rang des régions françaises les plus éprouvées par la canicule de l'été 2003. Cela s'explique par la conjonction de températures particulièrement élevées, de nuit comme de jour, et d'une proportion de personnes âgées nettement supérieure à la moyenne nationale. Mais des disparités importantes ont été notées à l'intérieur de la région, avec une surmortalité 1,5 fois plus élevée dans l'Yonne que dans la Nièvre et avec de forts écarts entre villes et campagnes. Plus que la valeur absolue des températures, c'est souvent leur persistance qui a entraîné la multiplication des décès. Un système d'alerte a été mis en place dans les suites de l'événement. Le test de ce dispositif a confirmé sa pertinence en Côte d'Or et dans l'Yonne, mais il a mis en évidence une nécessaire révision des seuils en Saône-et-Loire et, plus encore, dans la Nièvre. Il a également souligné la difficulté d'extrapoler à tout un département des seuils définis à partir d'une seule station de référence.

Burgundy was the third French region most affected by the heat wave of the summer 2003. That is understandable, given the combination of particularly high day and night temperatures, and a high proportion of elderly people, compared to the national average. However, considerable differences were noticed within the region, with over-mortality 1.5 times higher in the Yonne than in the Nièvre, and with great differences between town and country. More than peak temperature, it is often the persistence of high values that increased the number of deaths. An alert system has been instituted since the event. Testing it confirmed that the chosen thresholds were relevant in Côte d'Or and in the Yonne, but highlighted the need to revise the critical thresholds for the Saône-et-Loire and even more so for the Nièvre. Difficulties have also been encountered in extrapolating to a whole department some thresholds defined from only one reference station.

Burgund stand am dritten Platz unter den französischen Regionen, die am stärksten von der Hitze 2003 betroffen wurden. Das erklärt sich durch die Verbindung von besonders hohen Temperaturen bei Nacht und Tag mit einem überdurchschnittlichen Prozentsatz an alten Leuten. Bedeutende Disparitäten wurden im Innern der Regionen beobachtet, wobei eine "Übersterblichkeit" im Département Yonne 1,5 mal höher als im Département Nièvre registriert wurde und außerdem große Unterschiede zwischen Land und Städten estanden. Stärker als die Werte der absoluten Temperaturen ist es ihre Dauer, die eine Vermehrung der Sterbefälle verursachte. In der Folge dieses Ereignisses wurde ein Alarmsystem eingerichtet. Bei dem Test wurde dieses System in Côte d'Or und Yonne bestätigt, während in Saône-et-Loire und noch stärker in Nièvre eine Korrektur der kritischen Grenzen nötig ist. Es wurde unterstrichen, dass es schwierig ist, die Ergebnisse in einem einzigen Standort mit einem Département zu verallgemeinern.

## INDEX

**Mots-clés** : Bourgogne, canicule, Été 2003, mortalité, risque climatique, système d'alerte

**Keywords** : alert system, Burgundy, climatic hazard, heat wave, mortality, Summer 2003

**Schlüsselwörter** : Alarmsystem, Burgund, Gluthitze, Klimarisiko, Sommer 2003, Sterblichkeit

## AUTEURS

### **JEAN-PIERRE BESANCENOT**

Climat et Santé, Faculté de Médecine, BP 87900, 21079 Dijon Cedex - [jean-pierre.besancenot@u-bourgogne.fr](mailto:jean-pierre.besancenot@u-bourgogne.fr)

### **SABRINA HAVARD**

Climat et Santé, Faculté de Médecine, BP 87900, 21079 Dijon Cedex - [sabrina.havard@ensp.fr](mailto:sabrina.havard@ensp.fr)

### **ÉTIENNE CASSAGNE**

Climat et Santé, Faculté de Médecine, BP 87900, 21079 Dijon Cedex - [cassagne.etienne@u-bourgogne.fr](mailto:cassagne.etienne@u-bourgogne.fr)