

# Le système français d'alerte canicule et santé 2004 (SACS 2004) Un dispositif intégré au Plan National Canicule

Karine Laaidi<sup>1</sup>, Mathilde Pascal<sup>1</sup>, Martine Ledrans<sup>1</sup>, Alain Le Tertre<sup>1</sup>, Sylvia Medina<sup>1</sup>, Céline Casério<sup>1</sup>, Jean-Claude Cohen<sup>2</sup>, Jacques Manach<sup>2</sup>, Pascal Beaudeau<sup>1</sup>, Pascal Empereur-Bissonnet<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice

<sup>2</sup>Météo France

## INTRODUCTION

La vague de chaleur d'août 2003 en France a été exceptionnelle, tant pour les températures maximales et minimales [1] que pour la surmortalité à court terme qui lui a été associée [2]. Afin d'anticiper la survenue d'un phénomène épidémique de grande ampleur en rapport avec une vague de chaleur, l'Institut de veille sanitaire a élaboré, en collaboration avec Météo France, un système d'alerte biométéorologique. Son but est d'alerter les autorités sanitaires, avec trois jours d'anticipation, et de permettre la mise en œuvre des actions prévues du 1<sup>er</sup> juin au 30 septembre par le Plan National Canicule (PNC) [3] (voir encadré page 136).

Différents indicateurs météorologiques ont été testés dans quatorze villes pilotes, afin de définir l'indicateur et les seuils les plus appropriés, le système étant ensuite étendu à tout le territoire métropolitain.

## MÉTHODE

Le système d'alerte a été testé pour 14 villes pilotes (Bordeaux, Dijon, Grenoble, Le Havre, Lille, Limoges, Lyon, Marseille, Nantes, Nice, Paris, Strasbourg, Toulouse et Tours) à partir des données rétrospectives de 1973 à 2003. Les données météorologiques ont été fournies par Météo France, celles de mortalité par l'Insee qui disposait de données validées y compris pour 2003. Chaque année, la surmortalité journalière a été définie comme le rapport de la mortalité ce jour à la moyenne sur les trois années précédentes.

Dans un premier temps, plusieurs indicateurs météorologiques ont été envisagés : température minimale (Tmin), maximale (Tmax), moyenne (Tmoy), température du point de rosée, humidité relative, écart à la normale saisonnière des températures moyennes, indice thermo-hygrométrique couplant température et humidité relative moyennes, et un indicateur mixte combinant températures minimales et maximales (Tmin ET Tmax). Ces indicateurs ont été étudiés au pas de temps journalier pour différents seuils météorologiques et en relation avec différents pourcentages de surmortalité (10, 20, 50 et 100 %). Le but était de déterminer le meilleur indicateur pour détecter une surmortalité. Pour cela, des courbes ROC (Receiver Operating Characteristic curve) permettant de visualiser la sensibilité et la spécificité d'un test, ont été utilisées.

Différents seuils ont ensuite été testés pour l'indicateur retenu, en relation avec différents pourcentages de surmortalité, et ce en données quotidiennes. Afin de pallier en partie le problème des faibles effectifs dans les petites villes, et pour tenir compte de la persistance de la chaleur, les données de surmortalité ont également été cumulées sur trois jours, et les données météorologiques moyennées sur la même période (cumuls et moyennes mobiles). Des courbes ROC ont été utilisées pour choisir entre un système considérant des données journalières ou des données sur trois jours.

Des calculs de sensibilité, spécificité et valeur prédictive positive (VPP) ont été réalisés pour les différents seuils météorologiques possibles, en cherchant à limiter au mieux le nombre d'alertes manquées (sensibilité) sans déclencher trop de fausses alertes (spécificité, VPP).

Enfin, le système a été étendu à tous les départements métropolitains. Pour cela, nous avons utilisé les percentiles 98 de la distribution

de l'indicateur biométéorologique choisi, au niveau de la principale station météorologique de chaque département et pour la période de juin à août 1973-2003.

## RÉSULTATS

Les villes étudiées, choisies pour représenter des conditions climatiques variées, présentent des normales saisonnières allant de 12,5° C (Lille) à 19° C (Nice) pour les températures minimales et de 21,2° C (Lille) à 28,5° C (Marseille) pour les maximales. La première semaine d'août est habituellement la plus chaude de l'été.

Le nombre moyen quotidien de décès est très variable en fonction de la taille de l'agglomération, de 4,2 à Dijon à 185 à Paris et petite couronne. La variabilité interjournalière de la surmortalité étant trop importante pour permettre de relier des pics de surmortalité de moins de 50 % à la chaleur, les seuils retenus sont 50 % à Paris, Marseille, Lyon et Lille, 100 % dans les autres villes.

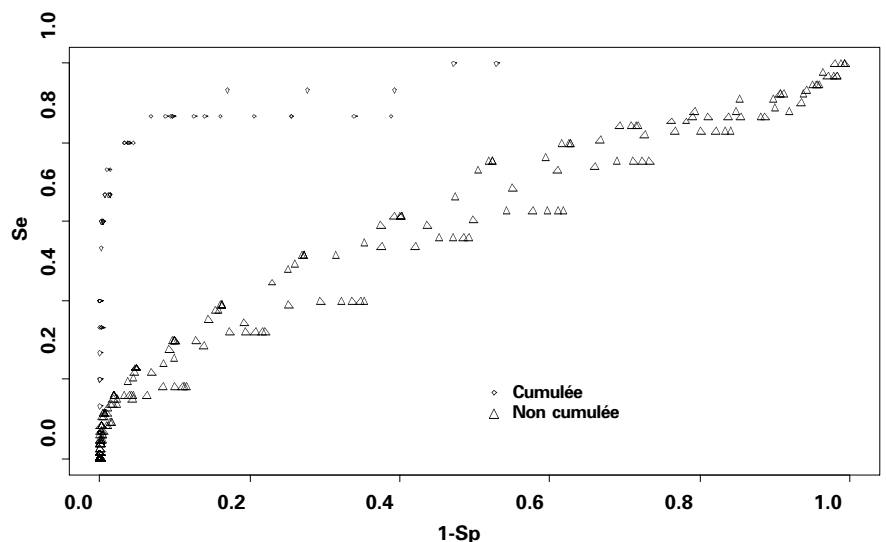
Les courbes ROC ont montré que l'indicateur le plus performant dans l'ensemble des villes était celui qui combine les températures minimales et maximales, la température du point de rosée étant le moins performant.

Un décalage de un ou deux jours entre les données de température et de mortalité a été testé sans améliorer les résultats. En revanche, l'utilisation de variables sur trois jours a permis d'améliorer considérablement le système (figure 1) en augmentant à la fois la sensibilité et la Valeur Prédictive Positive (VPP). Le système d'alerte est donc fondé sur un indicateur mixte combinant le dépassement d'un seuil de température minimale (nocturne) et maximale (diurne), les températures étant moyennées sur trois jours. Un couple de valeurs a été retenu pour chacune des villes testées, à l'exception du Havre qui n'a jamais connu de canicule (tableau 1).

L'extension du système à toute la France a permis de définir un seuil par département (figure 2).

Figure 1

Performance du système d'alerte selon le choix de la surmortalité de référence (cumulée sur trois jours ou non cumulée) à Marseille pour l'indicateur Tmin et Tmax et le seuil de 50 % de surmortalité.

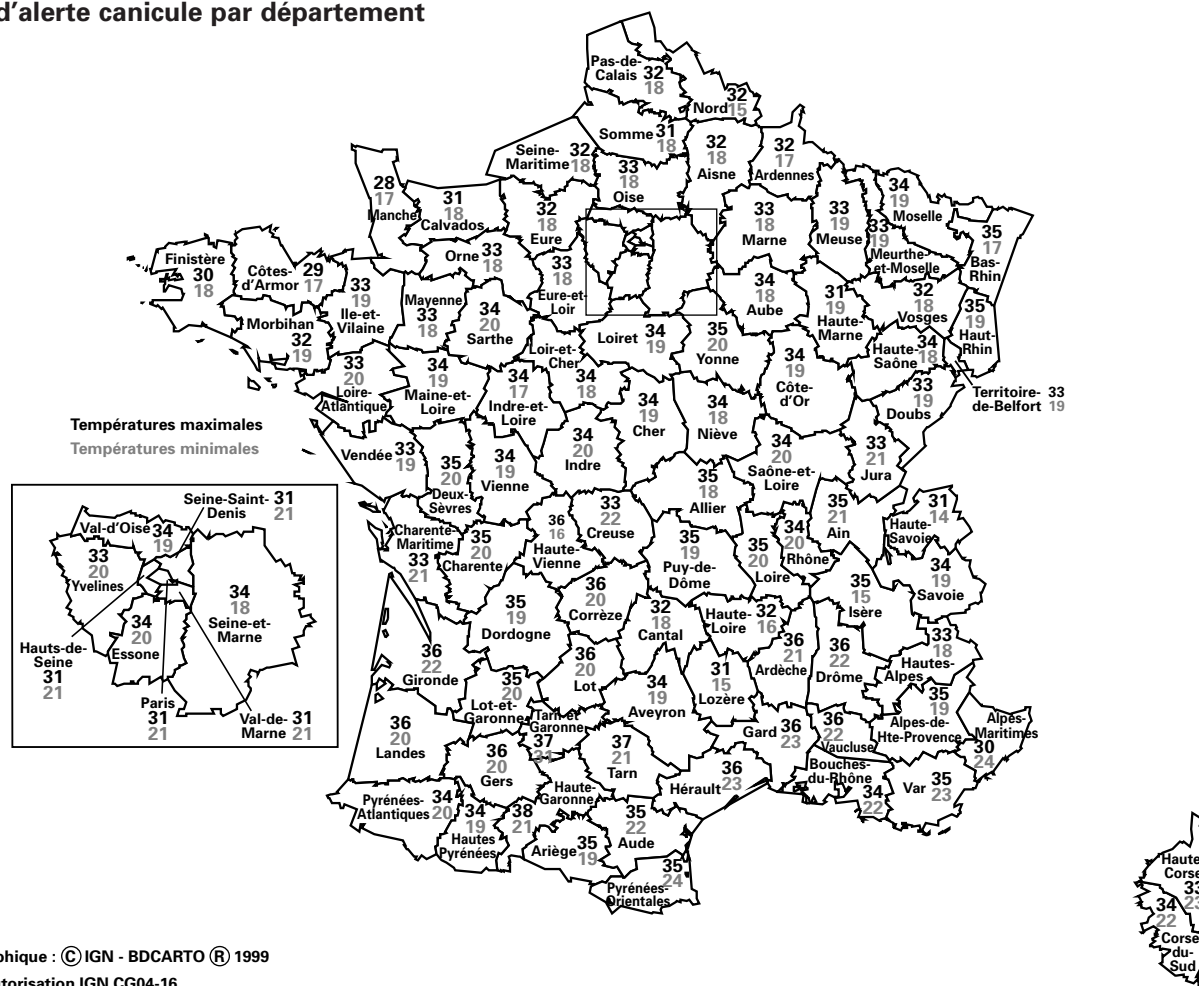


Axe vertical : Se = sensibilité (probabilité d'avoir un dépassement du seuil biométéorologique lorsque le seuil de surmortalité est dépassé).

Axe horizontal : Sp = spécificité (probabilité de ne pas dépasser le seuil biométéorologique quand le seuil de surmortalité n'est pas dépassé) ; par facilité de lecture on indique sur cet axe le manque de spécificité (1-Sp). Plus la sensibilité est élevée et plus le risque d'alertes manquées est faible, de même plus la spécificité est élevée et plus le risque de fausses alertes est faible. Plus la courbe ROC se rapproche de l'angle supérieur gauche, plus le test est satisfaisant, tandis que la bissectrice correspond à un résultat aléatoire.

Figure 2

Les seuils d'alerte canicule par département



Fond cartographique : © IGN - BDCARTO ® 1999  
 Autorisation IGN CG04-16

DISCUSSION

Il existe déjà en Europe et aux Etats-Unis des systèmes d'alerte destinés à réduire l'impact sanitaire des vagues de chaleur au niveau local [4]. L'originalité de notre système est son extension géographique à toute la France métropolitaine.

Le choix final d'un indicateur mixte fondé sur les températures minimales et maximales est cohérent avec la littérature : la température maximale ne permet pas toujours d'estimer les risques encourus, et c'est souvent l'absence de rémission nocturne qui empêche l'organisme de récupérer [5]. Le cumul sur trois jours permet en partie de prendre en compte, mais de manière indirecte, le phénomène de persistance de la chaleur. Les seuils de surmortalité retenus (50 ou 100 %) sont conformes à l'objectif du PNC qui était d'anticiper la survenue de conséquences sanitaires graves d'une vague de chaleur, et par ailleurs il était impossible de prendre des seuils plus bas du fait de la variabilité interjournalière importante de la mortalité.

Comme le montrent les VPP et les sensibilités (tableau 1), le nombre de fausses alertes est variable selon les villes, faible à Bordeaux et Paris et plus important à Dijon et Limoges. Mais ceci doit être relativisé puisque la surmortalité reste souvent élevée pendant les fausses alertes : ainsi à Strasbourg la médiane de la surmortalité est, selon le seuil, de 62,9 ou 90,5 % : les moyens mis en œuvre par le déclenchement de l'alerte n'auraient donc pas été complètement injustifiés. A Marseille, le nombre de fausses alertes en 2003 peut probablement s'expliquer en partie par les actions de prévention réalisées depuis quelques années et qui auraient permis d'éviter une forte surmortalité malgré la canicule.

Plusieurs études ont montré qu'il existait des contrastes spatiaux importants dans la surmortalité liée à une vague de chaleur, avec une différence entre les régions côtières et les régions continentales, les régions habituées ou non aux chaleurs estivales, les villes et les campagnes [6]. Cette hétérogénéité spatiale est retrouvée dans nos résultats, avec des seuils différents suivant le département.

Tableau 1

| Les seuils d'alerte des villes pilotes du SACS 2004 |                                   |      |      |
|---|-----------------------------------|------|------|
|   | Tmin - Tmax °C                    | VPP* | Se*  |
| Bordeaux  | 22-36                             | 0,71 | 1    |
| Dijon   | 19-34                             | 0,44 | 0,15 |
| Grenoble  | 15-35                             | 0,24 | 0,36 |
| Le Havre  | Aucun seuil n'a pu être déterminé |      |      |
| Lille   | 15-32                             | 0,3  | 0,64 |
| Limoges   | 16-36                             | 0,44 | 0,16 |
| Lyon  | 20-34                             | 0,54 | 0,59 |
| Marseille   | 22-34                             | 0,32 | 0,6  |
| Nantes  | 20-33                             | 0,55 | 0,61 |
| Nice  | 24-30                             | 0,54 | 0,72 |
| Paris   | 21-31                             | 0,66 | 0,96 |
| Strasbourg  | 17-35                             | 0,54 | 0,6  |
| Toulouse  | 21-38                             | 0,11 | 1    |
| Tours   | 17-34                             | 0,56 | 0,52 |

\* VPP = Valeur Prédictive Positive (probabilité d'avoir un dépassement du seuil de surmortalité lorsque le seuil biométéorologique est dépassé). Se = Sensibilité (probabilité d'avoir un dépassement du seuil biométéorologique lorsque le seuil de surmortalité est dépassé)

Le système a été établi sur des données de température observées, mais il doit être utilisé avec des données prévues. Il a donc été testé en 2003 sur les prévisions archivées par Météo France. Ainsi à Paris le niveau 2 aurait été activé les 12 et 13 juillet, suivi d'un niveau 3 les 14 et 15 juillet. Il s'agit d'une fausse alerte, mais elle correspond au premier pic de surmortalité (25 %) observé en juillet 2003. Le niveau 2 aurait été activé le 1<sup>er</sup> août, avec passage en niveau 3 du 3 au 14 août. Le pic de surmortalité aurait bien été détecté par le SACS, avec une levée de l'alerte un peu tardive le 15 août. Cependant, la surmortalité était toujours élevée les 14 (42 %) et 15 août (39 %). Une recommandation de passage en niveau 4 aurait pu être émise dès le 4 août, du fait de la persistance de la chaleur et de son extension nationale.

Malgré ces bons résultats, le système d'alerte 2004 présente des limites, liées en particulier à la méconnaissance des caractéristiques météorologiques des futures vagues de chaleur (les précédentes étaient plutôt sèches, mais l'humidité pourrait être un facteur aggravant) et de leur impact sur la population (évolution démographique vers le vieillissement, possible adaptation physiologique à la chaleur liée à un réchauffement climatique progressif, mesures de prévention, modification des modes de vie et de l'habitat, progrès médicaux) et aux faibles effectifs de décès pour certaines villes retenues.

## CONCLUSION

Pour la première fois, la France s'est dotée d'un système d'alerte canicule et santé qui couvre l'ensemble du territoire métropolitain. Malgré les incertitudes sur ses performances futures, les résultats satisfaisants obtenus par le SACS lors de la simulation 2003 permettent d'aborder la période estivale 2004 avec confiance. Toutefois, la réduction de l'impact sanitaire d'une canicule prochaine dépendra aussi et surtout de l'information donnée au public et de l'application des mesures sanitaires et sociales prévues par le PNC dans lequel s'inscrit ce système d'alerte.

Les résultats de l'évaluation du SACS guideront la poursuite de nos travaux et, le cas échéant, motiveront une amélioration du système.

# La protection des plus fragiles contre la chaleur estivale

Jean-Louis San Marco, David Debensason

Laboratoire de santé publique, Faculté de Médecine de Marseille

Nul ne sait ce que sera l'été 2004. Seule certitude, il fera chaud. Dans certaines régions, les plus fragiles pourront être en danger du fait de la température. Comment leur faire passer l'été dans les meilleures conditions ?

Les 15 000 morts de l'été dernier s'expliquent, dans leur très grande majorité, par une double ignorance. Ignorance du danger que représente la chaleur extérieure, ignorance corollaire des moyens de s'en protéger. Cette crise a transformé notre regard sur ce problème. On peut espérer que nous gérerons mieux une crise du même type si chacun en est conscient. La climatisation, bien gérée, serait une bonne réponse mais il est illusoire de penser que l'ensemble de notre population pourra en bénéficier.

## IGNORANCE DU DANGER

Nous ignorions que la chaleur pouvait tuer en France. Même les Marseillais, instruits par leur expérience de 1983 [1] [2] n'imaginaient pas qu'une telle catastrophe puisse survenir en dehors de leur ville ou de leur région !

Cette première ignorance a disparu. Nous avons payé le prix fort. Les 15 000 victimes d'août 2003 interdisent le maintien de cette confortable ignorance. Cette prise de conscience n'allait pas de soi. La sous déclaration, parfois extrême, est la règle lors de ce type d'épisode [3]. Les 6 000 morts de juin 1976 n'ont été connus qu'en septembre 2003. Pendant trente ans nous n'avons eu connaissance que d'un épisode de sécheresse. Que dire de la « petite » surmortalité estivale des personnes âgées qui survient dès que les températures s'installent un peu « plus haut que d'habitude » [4] ?

## LE PLAN NATIONAL CANICULE

• **Le niveau 1** (veille saisonnière), est activé en permanence du 1<sup>er</sup> juin au 30 septembre. Il permet de vérifier les différents dispositifs et de lancer des messages de prévention auprès du public.

• **Le niveau 2** du PNC est déclenché, avec mobilisation des services publics locaux et nationaux, si l'on prévoit un risque de dépassement des seuils à trois jours ou moins.

• **Le niveau 3**, déclenché au premier jour de l'arrivée effective de la vague de chaleur, entraîne la mise en œuvre des mesures sanitaires et sociales.

• **Enfin le niveau 4** correspond à une prolongation et/ou une extension de la vague de chaleur, avec éventuellement des phénomènes collatéraux (panne d'électricité, sécheresse) supposant des mesures exceptionnelles.

Dès le niveau 2, les Cires (Cellules interrégionales d'épidémiologie) transmettent à l'InVS les données sanitaires en provenance de l'état civil, des Samu, services d'urgences, pompiers et pompes funèbres pour une ou deux villes sentinelles par département, afin de suivre un éventuel phénomène épidémique lié à la chaleur.

## RÉFÉRENCES

- [1] Météo France. Dossier canicule 2003. Météo France. 4-9-2003. 8-4-2004. <http://www.meteo.fr/meteonet/actu/archives/dossiers/canicule/canicule2003.htm> consulté le 24/06/2004.
- [2] Hémon D, Jouglu E. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003. Rapport d'étape (1/3). Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques. Inserm editor. 1-59. 2003. Paris, Inserm.
- [3] <http://www.sante.gouv.fr/> consulté le 24/06/2004.
- [4] WHO, editor. Heatwaves: impacts and responses. WHO, 2003.
- [5] Diaz J, Jordan A, Garcia R, Lopez C, Alberdi JC, Hernandez E et al. Heat waves in Madrid 1986-1997: effects on the health of the elderly. Int Arch Occup Environ Health 2002; 75(3):163-70.
- [6] Besancenot JP. Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines. Environnement Risques et Santé 2002; 1(4):229-40.

## IGNORANCE DES MOYENS DE SE PROTÉGER DU DANGER

Elle était la corollaire de la précédente. Pourtant des gestes simples permettent de réduire ou de supprimer ce risque. Ils doivent être connus de tous. Ils le sont très inégalement ; très bien pour les enfants ; beaucoup moins, en ce qui concernent les personnes âgées. Pour savoir comment renforcer notre défense il faut savoir comment fonctionne notre organisme face à la chaleur, et comment il peut être débordé.

Dans des conditions de confort thermique la chaleur produite par le moteur humain est évacuée passivement. La différence de température avec l'extérieur fait que l'excès « s'écoule » : la température centrale reste fixe.

Quand la température extérieure augmente l'organisme renforce cette déperdition passive. Vasodilatation périphérique et augmentation du débit cardiaque maintiennent la température centrale dans ses étroites limites autorisées, entre 36,1 et 37,8°. Une vasoconstriction splanchnique compense la vasodilatation périphérique. Tout ceci se passe sans problème chez des sujets en bon état cardio-circulatoire.

A partir de 26 ou 28°, l'évaporation de la sueur devient le processus quasi exclusif. Le passage de l'état liquide à l'état gazeux du sérum extrait par les glandes sudoripares entraîne une dilatation brutale, qui crée du froid. Processus très puissant : l'évaporation de 125 cl de sérum refroidit le corps de 1 degré et la sudation peut atteindre 1 litre par heure pendant 12 heures, ce qui nécessite :

- un système d'information qui transmet la sensation de chaleur de la peau au cerveau puis les ordres du cerveau : transpirer et boire pour compenser les pertes ;