

# Impact sanitaire de la vague de chaleur de l'été 2003 : synthèse des études disponibles en août 2005

Martine Ledrans

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice

## INTRODUCTION

L'été 2003 fut le plus chaud qu'ait connu la France depuis 53 ans. Une période caniculaire d'une intensité exceptionnelle est survenue durant la première quinzaine du mois d'août. Cet épisode s'est accompagné d'une pollution par l'ozone importante tant en durée qu'en intensité.

Cet événement tragique a pris de court notre système de santé publique dans sa capacité à anticiper et à gérer ce type de crise. Des évaluations ont été entreprises afin d'en estimer rapidement les conséquences sanitaires. Ainsi, le 28 août 2003, l'InVS rendait les résultats de ses premières évaluations [1]. Elles furent ensuite complétées par un rapport rendu par Denis Hémon et Éric Jouglu (Inserm), le 25 septembre 2003 [2]. En octobre 2003, un rapport de l'InVS a rassemblé les connaissances disponibles à cette date. Il présentait une description des caractéristiques de la vague de chaleur d'août 2003 en France, les résultats définitifs des enquêtes mises en place en urgence dans le courant du mois d'août, un bilan de l'impact sanitaire de la vague de chaleur dans les autres pays européens et des propositions d'études épidémiologiques qu'il serait nécessaire de développer à moyen et à long terme [3].

## Évaluation de l'impact de la vague de chaleur en France

Le nombre des décès en excès par rapport aux années précédentes a été estimé à 14 800 entre le 1<sup>er</sup> et le 20 août 2003, soit une augmentation de 60 % par rapport à la mortalité attendue [2]. La surmortalité a touché l'ensemble de la France, même dans les départements où le nombre de jours de canicule était faible. Globalement, la surmortalité a concerné davantage les villes que leur région respective. Les quatre villes où la surmortalité a été la plus forte se distinguent par l'importance de l'écart de température aux normales saisonnières pendant la canicule (+ 6,7°C à + 7,4°C), confirmant l'intérêt de la notion de température critique comme seuil d'alerte potentiel.

Ces enquêtes ont également permis une première description des caractéristiques des personnes décédées. Elles suggèrent que les personnes peu autonomes, telles que les personnes âgées, les personnes souffrant d'un handicap physique, ou d'une maladie mentale ont été les plus vulnérables à la chaleur.

## Impact de la vague de chaleur dans les autres pays européens, estimé en octobre 2003 [3]

Les informations obtenues auprès d'un ensemble d'institutions publiques après la vague de chaleur accréditent un impact des vagues de chaleur survenues à des périodes et avec des intensités diverses en Europe occidentale durant l'été 2003. Selon les résultats disponibles à l'époque (tableau 1), la France est apparue comme le pays européen qui a été le plus touché par la vague de chaleur.

## La nécessité de poursuivre les études

Les trois rapports parus à la suite de la canicule se sont délibérément positionnés comme des rapports préliminaires et ont insisté sur la nécessité de développer des programmes ambitieux pour améliorer les connaissances dans de multiples directions :

- pour mieux caractériser les conséquences de l'événement en termes de mortalité mais aussi de morbidité chez les personnes âgées comme chez les autres populations sensibles ;
- pour mieux connaître les caractéristiques épidémiologiques des personnes décédées au cours de la canicule et pour identifier et étudier des groupes de populations plus fragiles décédées pendant la canicule ou qui ont vu leur état de santé s'aggraver ;
- pour rechercher les facteurs de risque individuels (sexe, mode de vie, maladies associées) et environnementaux (habitat, pollution atmosphérique, climatisation...) de la mortalité pendant des épisodes caniculaires ;

- pour mieux comprendre, sur le plan clinique, les mécanismes physiopathologiques impliqués par la morbidité et la mortalité liées à une exposition excessive à la chaleur ;

- pour cerner l'évolution de l'état de santé des personnes traitées en urgence pour coup de chaleur, hyperthermie ou déshydratation afin de définir les informations pronostiques les plus pertinentes et d'en optimiser la prise en charge thérapeutique ;

- pour mieux comprendre le rôle que les facteurs sociaux, organisationnels et structurels ont joué dans l'impact sanitaire de la canicule en France à côté des facteurs individuels ou environnementaux ;

- pour développer des méthodes d'analyse harmonisées au niveau international et documenter des indicateurs d'exposition comme des indicateurs d'effets afin de pouvoir comparer le bilan de l'impact sanitaire de cet été exceptionnellement chaud entre les différents pays.

A la suite de ces recommandations, de nombreuses études ont été effectuées dans le but de produire des connaissances utiles pour la mise en place de stratégies de prévention efficaces.

L'objectif de cet article est de faire la synthèse, deux années après l'épisode de la canicule, des principales études menées en France au décours de cet épisode dramatique, de leurs résultats et des recommandations qui en découlent pour les politiques de prévention qui ont ainsi pu largement se développer depuis août 2003. Un point sera également fait de l'état actuel des connaissances de l'impact de la canicule dans les autres pays européens et des perspectives de travaux communautaires sur le sujet.

Pour évaluer l'utilité de ces études menées dans une perspective d'aide à la décision, nous décrivons comment leurs résultats et recommandations ont été pris en compte dans l'élaboration des actions de prévention.

## QUELS ONT ÉTÉ LES OBJECTIFS POURSUIVIS PAR LES ÉTUDES AU DÉCOURS DE LA CANICULE ?

Les études présentées ici ont été choisies parmi celles qui étaient terminées en août 2005 et dont nous avons pu avoir connaissance soit par une recherche bibliographique classique (interrogation de Medline), soit parce que les auteurs nous ont tenus informés de leur réalisation. Cet article ne prétend pas être une revue exhaustive de la littérature, notamment de la littérature grise. Aussi, certaines études apportant des résultats significatifs sur les sujets évoqués ci-dessus ont pu échapper à notre recherche et notre sélection.

Les études visant à la compréhension des mécanismes physiopathologiques impliqués dans la morbidité et la mortalité ne seront pas abordées ici car si elles s'avèrent très utiles pour améliorer la prise en charge thérapeutique, elles restent difficiles à conduire rétrospectivement. Les études sélectionnées sont des études épidémiologiques et démographiques qui renseignent sur les déterminants sociaux, comportementaux et environnementaux mais pas sur les déterminants biologiques.

Ces études ont complété les premières études dans leurs aspects descriptifs cherchant à mieux documenter de multiples questions encore posées :

Quelles étaient les caractéristiques sociodémographiques et médicales des victimes ?

Comment a évolué la mortalité dans les mois suivants la vague de chaleur ?

Que peut-on dire de la morbidité causée par la vague de chaleur dans la population ?

Par ailleurs, des études analytiques ont également été menées afin de préciser le rôle de différents facteurs individuels et environnementaux dans la mortalité ou la morbidité observée.

**Tableau 1**

**Impact sanitaire de la vague de chaleur d'août 2003 en Europe : comparaison des données disponibles au 20 octobre 2003 (d'après tableau 20 du rapport InVS d'octobre 2003 (3)) et en juillet 2005 (d'après 32)**

Pays	Premier bilan octobre 2003	Bilan juillet 2005
Allemagne	Pas d'enquête lancée au niveau fédéral	1 410 décès en excès pour la région du Bad Wurtemberg (rapport 2004)
Angleterre et Pays-de-Galles	Angleterre et Pays-de-Galles, période du 4/08 au 13/08/2003 : 2 045 décès en excès par rapport à la moyenne des 5 années précédentes	2 139 décès en excès (16 %)
Belgique	Pas d'impact notable	1 250 décès liés à la canicule (rapport 2004)
Espagne	Première évaluation à plus de 2 000 morts en excès	Entre 6 595 et 8 648 morts au cours des 3 vagues de chaleur de l'été 2003 (estimation à partir des excès calculés pour 50 villes)
Italie	Entre le 15 juillet et le 15 août : 4 175 décès en excès chez les plus de 65 ans rapportés dans des grandes villes	19 780 morts en excès au cours de l'été 2003 (comparé à 2002)
Pays-Bas	Entre 1 000 et 1 400 morts en excès entre le 1 <sup>er</sup> juin et le 31 août	Entre 1 400 à 2 200 morts durant l'été
Portugal	Estimation suite à un sondage de communes : excès de 1 316 morts du 30 juillet au 12 août	1 953 morts en excès entre le 30 juillet et le 12 août (rapport 2004)
Suisse	Non étudiée	952 morts

## Mieux décrire les conséquences de la canicule

### La mortalité

#### Préciser les causes médicales de décès et les caractéristiques socio-démographiques et médicales des victimes de la vague de chaleur

Dans le cadre de travaux co-financés par l'Inserm et l'InVS, D. Hémon et É. Jouglu ont complété leurs premiers travaux épidémiologiques descriptifs en utilisant la même méthode pour estimer la surmortalité selon divers facteurs. Des indicateurs de surmortalité ont été calculés permettant de comparer la mortalité observée en août 2003 à celle observée en moyenne durant la même période, les années précédentes [4]. Ils ont ainsi décrit pour la totalité de la France métropolitaine les causes de décès observées pendant les deux premières décades d'août 2003 et ont estimé le poids des différentes causes de décès (par grandes familles) dans la surmortalité générale et suivant le sexe, la classe d'âge et le lieu de décès (les années de références étant 2000 et 2001).

Ils ont également précisé les caractéristiques sociodémographiques des personnes décédées en analysant finement la surmortalité selon, l'âge, le sexe, le lieu de décès (domicile, hôpital, institution...), le statut matrimonial, la catégorie socio-professionnelle.

#### Le suivi de la mortalité après la vague de chaleur

Il était important de s'interroger sur l'évolution de la mortalité dans les jours, semaines et mois suivant la vague de chaleur dans le but de savoir si on enregistrerait toujours une surmortalité résiduelle due à des possibles effets retardés de la chaleur ou si, au contraire, on observait une sous-mortalité significative révélant un effet moisson (« *harvesting effect* »). Cette question est souvent évoquée lorsqu'un phénomène de surmortalité est supposé affecter plus particulièrement des personnes fragiles. Elle a été étudiée dans le cadre de la pandémie grippale de 1918 [5], dans le cadre des effets à court-terme de la pollution atmosphérique [6,7] et dans celui d'épisodes de vague de chaleur précédents [8].

Concernant la vague de chaleur d'août 2003, cet aspect a été abordé dans quatre études distinctes et par des méthodes notablement différentes :

- l'InVS a étudié l'évolution de la mortalité pendant et après la vague de chaleur dans 9 grandes villes françaises dans une étude qui avait également pour objectif d'explorer les relations existant entre températures, pollution atmosphérique et mortalité pendant la vague de chaleur [9]. La méthode des séries temporelles [10,11] a été utilisée pour quantifier l'effet de la période de vague de chaleur sur la mortalité en incluant un éventuel déplacement de la mortalité de type *harvesting effect*

dans les mois qui ont suivi jusqu'à la fin de l'année 2003. Pour ce faire, les données de mortalité ont été modélisées depuis 1996 pour les villes de Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris et sa proche banlieue, Rouen, Strasbourg et Toulouse ;

- dans le cadre des travaux précédemment cités et utilisant la même méthode de comparaison de la mortalité observée en 2003 avec la mortalité moyenne observée les trois années précédentes, D. Hémon et É. Jouglu ont analysé l'évolution de la mortalité de la population métropolitaine après la vague de chaleur jusqu'à fin 2003 selon l'âge, le sexe, le lieu de décès, le statut matrimonial et le nombre de jours caniculaires enregistrés dans la zone de décès [12] ;

- A.J. Valleron et A. Boumendil ont étudié l'évolution de la mortalité après la vague de chaleur et ce jusqu'en juin 2004. Contrairement aux travaux précédents, les auteurs utilisent comme référence pour évaluer les variations de la mortalité, la moyenne des sept années précédentes. Ils justifient leur choix par une épidémie de grippe au cours de l'hiver 2003-2004 comparable par son impact sur la mortalité à l'impact moyen de ces épidémies au cours des sept dernières années [13] ;

- L. Toulémon et M. Barbieri ont poursuivi l'analyse des données de mortalité fournies par l'Insee jusqu'à la fin de l'année 2004 en utilisant diverses méthodes de comparaison avec la mortalité observée les années précédentes. En effet, la publication en mars 2005 par l'Insee des données démographiques pour l'année 2004 conduisant à un déficit de près de 20 000 décès par rapport au nombre attendu a soulevé un certain nombre de questions sur un phénomène de « compensation » de la surmortalité observée en 2003 [14]. Afin de documenter au mieux ce phénomène, les auteurs ont comparé la distribution par âge et sexe des morts en excès d'août 2003 et des morts en déficit de l'année 2004. Ils ont également comparé l'excès et le déficit de mortalité dans chaque département afin de savoir si la sous-mortalité de 2004 suivait les mêmes variations géographiques que la surmortalité d'août 2003 et de mesurer ainsi l'amplitude d'un éventuel phénomène de compensation [15].

### La morbidité

#### Chez les personnes âgées

Les études descriptives citées précédemment ont permis d'identifier rapidement les personnes âgées comme la principale population à risque de décéder. En revanche, la question de la morbidité a été très peu ou pas du tout étudiée lors des vagues de chaleur en France ou à l'étranger.

L'existence de suivis de cohortes de personnes âgées en France était l'occasion d'étudier cet aspect important de l'impact sanitaire. Deux cohortes, Paquid (personnes âgées Quid) et Trois cités (3C, Bordeaux, Dijon et Montpellier) recueillent régulièrement de nombreuses informations individuelles dont certaines peuvent documenter d'éventuels facteurs de risques associés à des effets de la chaleur. Des contacts ont donc été pris par l'InVS avec les équipes Inserm en charge de coordonner les travaux effectués au sein de ces cohortes afin de leur proposer une étude spécifique sur les effets de la vague de chaleur [16].

La cohorte Paquid a été constituée en 1988 sur la base d'un échantillon de 3 777 personnes âgées de plus de 65 ans habitant à domicile dans les départements de la Dordogne et de la Gironde pour étudier le vieillissement cérébral et fonctionnel. Un questionnaire téléphonique a été proposé à tous les sujets vivants de la cohorte Paquid âgés de plus de 80 ans au début de la vague de chaleur.

La cohorte des Trois cités a été constituée en 1999 sur la base d'un échantillon randomisé de 9 294 personnes âgées de 65 ans minimum pour estimer le risque de démence attribuable aux facteurs de risque et aux pathologies vasculaires. Dans cette cohorte, le questionnaire a été proposé auprès de 2 échantillons de 850 et de 997 personnes résidant respectivement à Bordeaux et Dijon, villes ayant connu non seulement la plus grande augmentation de températures par rapport aux années précédentes mais aussi l'impact sanitaire le plus important.

#### Chez les enfants

Les jeunes enfants sont *a priori* des sujets à risque lors d'une vague de chaleur notamment ceux qui sont porteurs de pathologies comme les diarrhées, les infections respiratoires et certaines maladies neurologiques. Les premières enquêtes

menées par l'InVS et l'Inserm au cours de la canicule ont apporté des éléments rassurants sur la mortalité des enfants durant la vague de chaleur : il n'était pas observé de surmortalité chez les nourrissons ou les enfants de moins de 15 ans. Les travaux complémentaires ont un peu nuancé ce constat (cf infra)

En ce qui concerne la morbidité très peu étudiée chez les enfants pendant les vagues de chaleur, deux études ont été mises en place :

- une étude réalisée par la Caisse nationale d'assurance maladie des travailleurs salariés (CnamTS), publiée en octobre 2003, a évalué l'activité quotidienne des médecins généralistes libéraux pendant la canicule d'août 2003 [17] ;

- une étude réalisée par l'InVS s'est intéressée aux admissions hospitalières pédiatriques. A partir des données du PMSI des établissements de soins de six villes sélectionnées en fonction de la taille de leur population et surtout de l'importance relative de l'impact de la vague de chaleur en terme de surmortalité (Paris et petite couronne, Lyon, Dijon, Tours, Lille et Marseille), l'objectif de l'étude était de comparer le nombre journalier d'admissions d'enfants pendant la vague de chaleur d'août 2003 aux données des années 2000-2002 afin de mettre en évidence une éventuelle augmentation de la morbidité hospitalière infantile pendant cette période [18].

### Étudier les déterminants de la surmortalité

Lors des épisodes de canicule, la mortalité peut être prévenue, au moins en partie [19,20]. Cette prévention repose sur le repérage des populations sensibles et sur une bonne connaissance des facteurs de risque. La surmortalité concernant de manière plus marquée des personnes âgées vivant chez elles ou en institution, il a été décidé de concentrer les premières études sur les facteurs de risque dans cette population, d'autant plus que ces investigations devaient être conduites sans tarder au décours de la canicule afin de limiter les biais de mémorisation.

Deux études ont donc été mises en place par l'InVS concernant essentiellement les facteurs de risque dont la connaissance devait permettre d'orienter les mesures de prévention primaire.

Par ailleurs, les rôles respectifs de la pollution par l'ozone et de la chaleur dans les conséquences sanitaires de la vague de chaleur 2003, ont été analysés pour juger de la pertinence d'adapter les politiques de prévention dans ce domaine.

#### **Chez les personnes âgées vivant à domicile**

Une enquête cas-témoins a été mise en place afin d'étudier les facteurs de risque de décès liés à des personnes âgées qui résidaient dans un logement individuel. La population d'étude concernait les personnes âgées de plus de 65 ans vivant dans des zones urbaines particulièrement touchées par la canicule : Paris, le Val-de-Marne, Orléans et Tours. Plus de 300 cas ont été recrutés sur la base du Centre d'épidémiologie des causes médicales de décès (CépiDc). La date du décès devait se situer entre le 8 et le 13 août et le certificat ne pas mentionner comme cause : « accident », « suicide » ou « cancer évolutif (métastases) ». Des témoins, sélectionnés sur liste téléphonique, ont été appariés aux cas sur l'âge, le sexe et le lieu de domicile. Pour les cas, les données ont été recueillies par un entretien avec un proche susceptible de connaître les habitudes de la personne décédée ; pour les témoins, par un entretien avec la personne ou, si nécessaire, avec un proche. Ont ainsi été formées 259 paires de cas-témoins, pour comparer la fréquence de certaines caractéristiques chez les personnes décédées et chez leurs témoins. Des facteurs de risque individuels (liés au mode de vie, à l'autonomie du sujet ou aux pathologies pré-existantes) et des facteurs de risque environnementaux liés à l'habitat ont ainsi été recherchés ainsi que des facteurs qui pouvaient au contraire protéger du risque de décéder.

Cette étude a associé l'InVS, le CépiDc de l'Inserm, le Centre scientifique et technique du bâtiment (CSTB), l'Institut médico-légal de Paris et l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France (IAURIF) [21].

#### **Chez les personnes âgées vivant en institution**

Une seconde enquête a été menée pour déterminer les facteurs de risque et les facteurs protecteurs (qu'ils soient collectifs - liés à l'établissement et individuels - liés à la personne) de la mortalité liée à la canicule d'août 2003 chez les personnes vivant en institution. L'enquête a comporté deux études simultanées :

- une étude cas-témoins « établissements » pour identifier les facteurs de risque et de protection directement liés à l'établissement et indépendants des personnes ;

- une étude cas-témoins « individus » pour identifier les facteurs de risque et de protection individuels indépendamment des facteurs de risque ou de protection liés à l'établissement.

Les établissements enquêtés (maisons de retraite, unités de soins de longue durée et logements-foyers médicalisés) ont été sélectionnés dans la zone de plus forte surmortalité. Dans l'étude, 175 établissements ayant enregistré une forte mortalité ont été comparés à un nombre équivalent d'établissements témoins appariés sur la zone géographique et le niveau de dépendance de la population accueillie.

A l'intérieur des établissements à forte mortalité, 314 personnes décédées en août 2003 ont été comparées à un même nombre de témoins restés vivants appariés sur l'établissement et l'âge.

L'ensemble de cette étude a associé l'InVS à la Direction de la recherche, des études, de l'évaluation et des statistiques (Drees) et à l'Inserm [22].

#### **Comprendre les rôles de la pollution atmosphérique et de la chaleur**

Au cours de cette vague de chaleur, les conditions météorologiques ont contribué à la création d'une vague de pollution photochimique exceptionnelle par sa durée et sa couverture géographique. Du 1<sup>er</sup> au 14 août, la quasi-totalité du pays a connu des épisodes significatifs de pollution par l'ozone. Or, l'ozone, après les particules, est le polluant pour lequel la relation causale entre l'exposition et des effets délétères sur la santé est la plus fortement étayée par la constance et la cohérence des résultats des études épidémiologiques. Des recommandations ont été formulées dans les rapports publiés au décours de l'été 2003, afin de quantifier les rôles respectifs de la pollution atmosphérique et de la chaleur dans la surmortalité observée.

Dans le cadre du Programme de surveillance air & santé dans neuf villes françaises (Psas-9) [23], une étude a été menée dans le but d'estimer la relation entre l'exposition à l'ozone et le risque de mortalité.

Cette analyse a estimé, pour la période de vague de chaleur, l'excès de risque de mortalité lié conjointement à la température et à l'ozone, et la part relative de chacun des facteurs dans cet effet conjoint. Le protocole mis en œuvre s'est basé sur l'analyse des séries chronologiques de données journalières au niveau de chaque agglomération. Son principe consiste à relier les variations à court-terme de la mortalité aux variations des concentrations en ozone de l'air [10,11]. Les données utilisées ont été recueillies sur une période rétrospective de 8 années, de 1996 à 2003. Les neuf villes étudiées étaient Bordeaux, Le Havre, Lille, Lyon, Marseille, Paris, Rouen, Strasbourg et Toulouse. Les comptes journaliers de décès toutes causes ont été recueillis auprès de l'Insee, tous âges confondus et pour les 65 ans et plus. Les concentrations ambiantes d'ozone ont été recueillies auprès des Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air [24].

### QU'AVONS NOUS APPRIS ?

#### **En étudiant les caractéristiques socio démographiques des victimes de la vague de chaleur [4]**

##### **Une surmortalité croissante à partir de 35 ans mais qui touche aussi les nourrissons de sexe masculin**

Les études complémentaires sur les données de mortalité ont bien confirmé que la surmortalité observée en France en août 2003 croît avec l'âge. Les auteurs soulignent cependant que, même si la majeure partie de la surmortalité a touché les sujets de 75 ans et plus, on n'en observe pas moins un excès très important dans toutes les classes d'âge à partir de 35 ans et une surmortalité chez les garçons de moins de 1 an. Cette surmortalité significative de 29 % chez les garçons de moins de 1 an concerne peu de décès sur l'ensemble de la France (+ 25) et doit donc être interprétée avec précaution. Cette observation doit cependant attirer notre attention car les études antérieures nous ont enseigné que les très jeunes enfants sont *a priori*, des sujets à risque lors d'une vague de chaleur, notamment les enfants porteurs de pathologies comme les diarrhées, les infections respiratoires et certaines affections neurologiques [25]. L'information des parents a permis de réduire considérablement la mortalité des enfants par rapport à celle observée au début du siècle.

En France, les vagues de chaleur de 1976 et de 1983 n'avaient pas entraîné de surmortalité chez les nourrissons [2;26].

### **La tendance française à une surmortalité féminine chez les personnes âgées est confirmée**

La surmortalité due aux chaleurs extrêmes touche différemment les hommes et les femmes selon les vagues de chaleur et leur localisation. D'une façon générale, alors que les femmes sont plus touchées en Europe, cette tendance est inversée aux États-Unis ou au Canada [27]. Une vague de chaleur survenue en Angleterre et au Pays-de-Galles a été à l'origine d'une mortalité plus élevée chez les femmes [28]. A Marseille, la surmortalité observée en 1983 était de + 194 % chez les femmes de plus de 60 ans contre + 86 % chez les hommes de même âge. Il est à noter cependant que chez les moins de 60 ans, les deux sexes étaient également touchés (de l'ordre de + 27 %) [26]. D. Hémon et É. Jouglà décrivent également une surmortalité à prédominance féminine chez les personnes âgées de plus de 75 ans lors de la vague de chaleur de 1976 [2]. L'analyse de la surmortalité par sexe lors de la vague de chaleur de 2003 confirme cette tendance à la susceptibilité des femmes puisque, après prise en compte de la plus grande longévité des femmes, une surmortalité féminine de 15 % persiste.

### **Le rôle de l'isolement confirmé par les variations de la surmortalité suivant le lieu de décès et le statut matrimonial**

La surmortalité a été plus importante à domicile qu'en institution et a touché les célibataires, veufs et divorcés plus que les sujets mariés. Ceci évoque une fois de plus le rôle joué par le facteur d'isolement dans la mortalité.

### **Le rôle du statut socioprofessionnel est difficile à évaluer**

Chez les sujets de 25 à 54 ans, seuls les agriculteurs se distinguent par une surmortalité plus élevée. Les effectifs limités conduisent à la prudence dans l'interprétation de ce résultat et ne permettent pas de savoir si cette surmortalité révèle une vulnérabilité particulière des agriculteurs, une profession à risque d'exposition ou l'effet d'une fréquence plus grande des agriculteurs dans les régions les plus touchées par la chaleur.

### **En étudiant les causes de décès [12]**

Les causes médicales de décès qui contribuent le plus à l'augmentation de la mortalité sont, en premier lieu, les causes directement liées à la chaleur (coup de chaleur, hyperthermies et déshydratation) mais aussi les maladies cardiovasculaires, les symptômes et états morbides mal définis, les maladies de l'appareil respiratoire et du système nerveux ; les maladies endocriniennes. Les causes de décès telles que renseignées par les médecins certificateurs traduisent à la fois, le processus morbide qui a conduit au décès et la vulnérabilité des personnes souffrant de certaines pathologies chroniques comme les troubles mentaux, les maladies du système nerveux et les maladies endocriniennes.

### **Sur l'évolution de la mortalité après la vague de chaleur**

#### **Il n'y a eu ni surmortalité, ni effet moisson consistant au cours des quatre derniers mois de 2003**

Les quatre études menées sur le sujet s'accordent pour conclure à une absence d'un effet moisson net et général avant la fin de l'année 2003.

L'étude menée dans les neuf villes du Psas-9 montre que l'évolution de la mortalité dans les six semaines suivant la vague de chaleur a pu légèrement varier selon la ville. Aucun déplacement de mortalité n'a été observé à Strasbourg, Lyon et Toulouse. Dans les autres villes, l'effet *harvesting* était mineur par rapport à l'excès de mortalité estimé pendant la vague de chaleur [9].

Le suivi de la mortalité pendant la période post canicule du 21 août au 31 décembre 2003 entrepris par D. Hémon et É. Jouglà permet de conclure que la surmortalité des deux premières décades d'août n'a été suivie ni d'une surmortalité persistante, ni d'une sous-mortalité transitoire qui aurait pu être due à un effet « *harvesting* » concernant une part des décès [12].

Les 15 000 décès en excès de la vague de chaleur ne peuvent donc être considérés comme des décès anticipés de personnes âgées et fragiles qui seraient de toute façon décédées dans les jours, les semaines voire quelques mois après la vague de chaleur.

### **L'année 2004 se caractérise par une sous-mortalité importante qui ne peut être attribuée totalement à une compensation de la surmortalité de 2003**

Après avoir étudié l'évolution de la mortalité jusqu'en juin 2004, A.J. Valleron et A. Boumendil [13] constatent que la mortalité de septembre à décembre 2003 a été comparable à celle des années précédentes mais que, à partir de janvier 2004, on observe mois après mois une sous-mortalité régulière cumulant au total un déficit de l'ordre de 14 000 morts à la fin de juin 2004. Ils en déduisent que « les personnes décédées en 2003 étaient des personnes fragiles, pour une grande part candidates à décéder au cours du premier semestre de l'année 2004 ».

Les conclusions auxquelles parviennent L. Toulemon et M. Barbieri [15] sont loin d'être aussi formelles. Tout d'abord, ils indiquent que la mortalité a retrouvé le niveau attendu au vu des années précédentes dans les mois suivants août 2003, avec, en décembre, un rebond de 3 000 morts en excès attribués à une épidémie de grippe particulièrement précoce. A partir de janvier, tous les mois de l'année 2005 se caractérisent ensuite par une sous-mortalité. Ils notent aussi que le cumul des déficits mensuels de mortalité depuis le début de l'année 2004 atteint, en juillet 2004, le niveau de l'excès de mortalité observé en août 2003 mais se prolonge pour atteindre un total de près de 27 000 morts en moins qu'habituellement pour 2004.

L'analyse département par département de la sous-mortalité pendant la période de janvier à juillet 2004 montre que cette dernière n'est pas toujours corrélée avec la surmortalité d'août 2003. En fait, les auteurs remarquent que les 2 indicateurs sont bien corrélés dans les sept départements les plus touchés par la vague de chaleur et beaucoup moins dans les autres départements. Les auteurs estiment ainsi qu'il y a eu un effet moisson partiel pendant l'année 2004 avec une compensation d'environ un tiers de la surmortalité. Les auteurs avancent plusieurs hypothèses pour expliquer la sous-mortalité de l'année 2004 qui subsiste une fois pris en compte cet effet moisson. Parmi ces hypothèses figurent notamment l'absence de mortalité due à la grippe. Elles méritent d'être étudiées plus avant lorsque les données complémentaires en particulier les causes de décès seront disponibles.

### **En termes de morbidité**

#### **Chez les personnes âgées des cohortes Paquid et 3C. [16] : une morbidité perçue, difficile à relier à des facteurs personnels ou environnementaux, et ce malgré des comportements plutôt bien adaptés**

Environ 11 % des personnes de Paquid et 6 % des personnes de 3C ont déclaré avoir eu un malaise, une chute, une perte d'équilibre, ont été hospitalisées ou sont décédées pendant le mois d'août (ce que nous conviendrons d'appeler « effet sanitaire déclaré » par la suite) ; respectivement 12 % dans Paquid et 8 % dans 3C ont déclaré avoir ressenti une aggravation de leur état de santé.

Dans les 2 cohortes, environ deux tiers des personnes qui ont déclaré un effet sur leur santé, ne déclarent pas forcément avoir perçu une aggravation de leur état de santé.

Quelle que soit la cohorte considérée (Paquid ou 3C), les individus ont déclaré pour la plus grande majorité des comportements bien adaptés aux fortes chaleurs. Ils effectuaient leurs sorties et aéraient leur logement à des moments de la journée opportuns. Ils utilisaient régulièrement des moyens de rafraîchissement et le plus souvent un ventilateur. La quasi-totalité des personnes interrogées consommait des fruits. Notons que plus de 70 % des sujets ont déclaré avoir perçu les messages de prévention diffusés par la télévision, les radios et les journaux.

Les résultats obtenus concernant les facteurs individuels et environnementaux associés à un effet sur la santé déclarée ou à un sentiment d'aggravation de l'état de santé sont difficiles à interpréter du fait du caractère rétrospectif des études et des éventuels biais qui s'y attachent. Ils sont d'ailleurs différents selon la cohorte étudiée :

- dans Paquid, le diabète, les maladies respiratoires et neurologiques, les troubles de l'humeur sont associés à la déclaration d'effets sur la santé ainsi que le fait de sortir le midi et l'après midi et de moins se vêtir ;

- dans la cohorte des Trois cités, l'utilisation d'un moyen de rafraîchissement et le fait de vivre dans une pièce unique sont associés à la déclaration d'effets sur la santé. La possibilité d'aération est au contraire associée à l'absence de déclaration d'effets sanitaires dans les 2 cohortes ;

- dans la cohorte Paquid, la consultation d'un médecin hospitalier et l'arrêt des activités sont associés à un sentiment d'aggravation de l'état de santé. A l'inverse, habiter sous les toits est associé à l'absence de ce sentiment ;

- pour ce qui est de la cohorte des Trois cités, ne jamais aérer son logement, se vêtir moins que d'habitude, l'asthme et la dépression sont associés au sentiment d'aggravation. En revanche, ne pas habiter un logement individuel et avoir la possibilité d'aérer son logement sont associés à l'absence de sentiment d'aggravation de l'état de santé.

#### **Chez les enfants : les études sur l'activité de médecine de ville et les hospitalisations mettent en évidence un impact limité sur la morbidité pédiatrique**

L'étude par la CnamTS [17] de l'activité des consultations et visites des médecins généralistes a permis de faire les constats suivants concernant les enfants :

- une augmentation de l'activité des médecins généralistes à partir de la deuxième semaine du mois d'août qui paraît essentiellement liée aux soins dispensés à des nourrissons ;

- le nombre de consultations ou de visites faites pour des enfants en bas âge semble avoir rapidement augmenté à partir du 8 août 2003 ;

- l'activité quotidienne des généralistes du 1<sup>er</sup> au 18 août 2003 (comparée à la même période de l'année 2002) est de + 6,7 % pour les enfants de moins de 2 ans et de + 2,5 % pour les patients âgés de 3 à 74 ans.

L'étude de l'InVS concernant les admissions hospitalières pédiatriques de six agglomérations françaises [18] met en évidence une absence d'augmentation des hospitalisations pour les enfants âgés de moins de 2 ans et pour les 6-14 ans, excepté à Lille. L'augmentation constatée dans cette ville est plutôt liée à une baisse de l'activité les années précédentes. Il est noté une augmentation modérée de 4 à 15 % des admissions pour les enfants âgés de 2 à 5 ans du 1<sup>er</sup> au 20 août 2003 par rapport aux années précédentes, excepté pour Marseille. Il n'est cependant pas retrouvé d'augmentation importante d'activité pendant les fins de semaine, ni de véritable période épidémique.

Peu d'études antérieures se sont intéressées à l'impact des vagues de chaleur sur les hospitalisations des enfants. A Londres, dans une étude récente, Kovats a modélisé les relations entre températures et admissions hospitalières pour les années 1994 à 2000 [29]. Pendant cette période, il a identifié une vague de chaleur du 29 juillet au 3 août 1995. L'excès de mortalité a augmenté de 11 % alors que l'excès d'admissions a augmenté de manière non significative. Il retrouve une augmentation très modérée des admissions pour les enfants âgés de moins de 5 ans. Les résultats ne montrent pas d'augmentation pour les autres tranches d'âge.

#### **En étudiant les facteurs de risque de décès des personnes âgées**

##### **Chez les personnes résidant à domicile**

Les principaux résultats confortent les données issues de la bibliographie et mettent en exergue le rôle joué par les facteurs liés à l'habitat et à l'urbanisme

L'étude cas-témoins chez les personnes âgées résidant à domicile [21] a permis de mettre en évidence des caractéristiques significativement liées au décès en analyse multivariée :

- en ce qui concerne les facteurs individuels, il s'agit du degré d'autonomie, des maladies cardiovasculaires, des maladies psychiatriques et des maladies neurologiques ;

- les caractéristiques relatives à l'habitat et à l'urbanisme jouent aussi un rôle mettant en évidence l'importance de l'effet d'îlot de chaleur ; il s'agit de la moindre qualité de l'isolation du logement, du fait d'avoir sa chambre sous les toits, de la température moyenne des surfaces mesurée par satellite dans un rayon de 200 m du domicile ;

- certains comportements d'adaptation à la canicule ont été trouvés comme ayant un effet protecteur, comme se vêtir moins et utiliser un moyen de rafraîchissement.

D'autres facteurs de risque connus par la littérature n'ont pas été retrouvés ici, sans doute, du fait des limites de l'enquête, il s'agit notamment de certains comportements pendant la canicule qui n'ont pas pu être étudiés car insuffisamment documentés par l'interview des proches des personnes

décédées qui ne connaissaient pas forcément bien toutes leurs habitudes (fréquence des bains et les douches ou manière de se désaltérer). De même, le rôle de l'isolement mis en exergue par les études descriptives n'a pas été retrouvé ici.

##### Cette enquête a aussi apporté des informations sur les causes du décès et la prise en charge des personnes avant leur décès

Parmi les causes de décès, 28 % étaient directement liées à la chaleur, 30 % à des maladies cardiovasculaires, 6 % à des cancers, 5 % à des maladies respiratoires et 3 % à des maladies neurologiques. Entre mi-juillet et mi-août, près de 73 % des personnes décédées avaient consulté un médecin, dont 16 % pour un problème lié à la chaleur et 63 % pour un problème indépendant de la chaleur. Près de 30 % des personnes décédées ont été transférées vers un hôpital. Parmi les personnes décédées, 21 % disposaient d'un système d'alerte (bracelet, pendentif) mais seulement 5 % en ont fait usage pour appeler les secours.

##### L'enquête a aussi permis de recueillir des témoignages dont il faudra tenir compte

Les proches des personnes décédées n'étaient pas satisfaits de la prise en charge des personnes avant leur décès pour 36 % d'entre eux, notamment parce qu'ils déploraient la défaillance des services sanitaires et sociaux (hôpitaux surchargés, arrivée trop tardive des secours ou des médecins...) ou trouvaient que l'aggravation de l'état de santé de la personne avait été mal perçue, ou encore déploraient le manque d'information sur les mesures à prendre pendant la canicule.

Ces personnes ont jugé que les mesures qui auraient pu prévenir l'aggravation de l'état de santé de leur proche étaient :

- un meilleur suivi à domicile (par la visite journalière d'un intervenant sanitaire ou social, une meilleure qualification de ce personnel et davantage de moyens humains, ou encore un système d'alarme) ;

- une meilleure prise en charge institutionnelle (admission en maison de retraite ou à l'hôpital, plus de moyens humains, adaptation de la posologie des médicaments) ;

- une meilleure information sur les mesures à prendre pendant la canicule et une meilleure communication entre les intervenants et les familles.

##### **Chez les personnes résidant en institution**

##### Des résultats originaux concernant les établissements

Les facteurs de risque significatifs de décès dégagés à l'issue de l'analyse de l'enquête cas-témoins concernant les personnes âgées résidant en institution [22] sont : le statut juridique privé (*versus* public) de l'établissement, le pourcentage élevé de résidents de plus de 94 ans, le fait que l'établissement soit dans un environnement urbain (entouré d'immeubles de deux étages et plus) et la présence de pensionnaires perfusés hors période de canicule.

L'étude montre que le fait de donner des douches plus d'une fois par semaine est un facteur de meilleur pronostic.

En revanche, il n'a pas été possible de mettre en évidence le rôle des facteurs architecturaux : caractéristiques des bâtiments, équipements (douches, climatisation, volets), nombre de lits par logement, chambre sous les toits, orientation des façades, environnement extérieur. En raison de la faible proportion d'établissements possédant une climatisation et de sujets y ayant accès, l'étude manquait de puissance pour évaluer le rôle de ce facteur (une tendance protectrice de ce facteur a cependant pu être retrouvée).

Le principal facteur lié à la mortalité dans ces établissements est le Gir<sup>1</sup> moyen pondéré (GMP) qui exprime le niveau de dépendance moyen des résidents ce qui justifie la prise en compte de cette variable dans l'appariement entre les établissements cas et les établissements témoins. Le poids de ce facteur dans la mortalité rend plus difficile la mise en évidence des autres facteurs liés à la conception et au fonctionnement des établissements et sur lesquels les politiques de prévention pourraient agir.

<sup>1</sup>Le degré de dépendance d'une personne est évalué à l'aide de la grille nationale Aggir qui répartit la dépendance des personnes âgées en six groupes, du plus dépendant (Gir 1) pour une personne âgée n'ayant aucune autonomie avec présence d'un tiers indispensable et continue, au moins dépendant (Gir 6) pour une personne âgée quasi autonome. Le GMP reflète la charge, en termes de dépendance et de soins de base, de l'ensemble de la population hébergée au sein d'un établissement. Cet indicateur sert au financement de l'établissement pour la dotation dépendance et soins.

### Des résultats cohérents avec les autres enquêtes concernant les facteurs de risque individuels

Les principaux facteurs retrouvés par l'analyse sont les caractéristiques sociodémographiques (avoir des enfants vivants était protecteur), l'état de santé (être confiné au lit était ici encore un facteur de risque, de même que la prise de médicaments cardiaques ou vasodilatateurs périphériques) et l'adaptation du comportement pendant la canicule (il était protecteur d'augmenter sa consommation d'eau et de ne pas aérer sa chambre l'après-midi).

### Sur le rôle joué par la pollution atmosphérique

Il n'a pas été observé d'interaction entre l'effet des températures et celui de l'ozone : l'étude n'ayant pas montré une synergie ou un antagonisme entre les 2 facteurs.

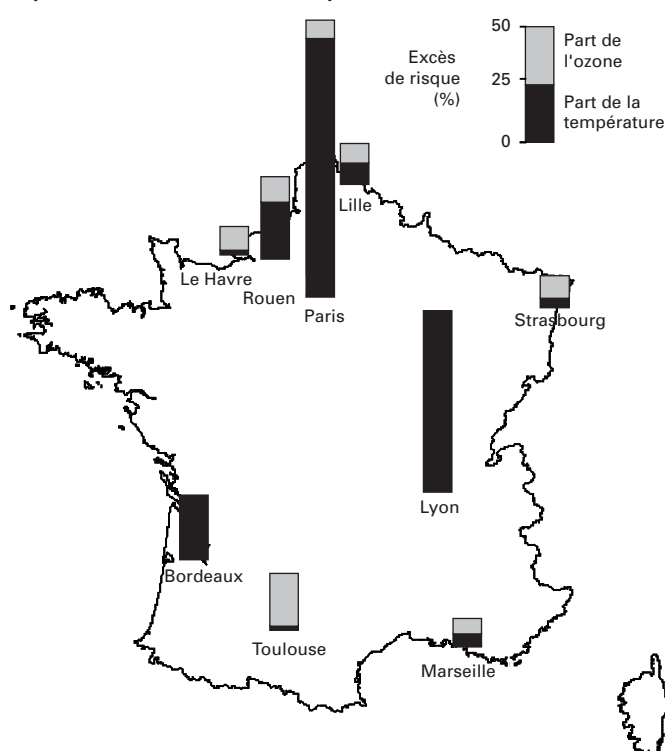
La surmortalité à court-terme susceptible d'être attribuée à une augmentation de 10 µg/m<sup>3</sup> du niveau d'ozone pendant la canicule est de 1,01 % pour la population tous âges et sur l'ensemble des neuf villes. Ce résultat est similaire à celui qui avait été établi hors période caniculaire dans le cadre des études du Psas-9 [23]. Sur l'ensemble des neuf villes et pour la population générale, 379 décès sont attribuables aux niveaux d'ozone observés entre le 3 et le 17 août 2003 par rapport aux niveaux moyens de cet indicateur pour la même période des trois années précédentes. Selon la ville, les taux de décès anticipés attribuables à l'exposition à l'ozone sont compris entre 0,9 et 5,5 pour 100 000 habitants.

Sur la même période, la surmortalité à court-terme liée conjointement à l'ozone et à la température est comprise selon la ville entre 11 % (au Havre) et 175 % (à Paris) pour la population générale. La part de l'ozone, dans l'effet conjoint des deux facteurs, est minoritaire à Paris, Lyon, Bordeaux et Rouen, prépondérante à Strasbourg et Toulouse et comparable à la part de la température à Marseille, Lille et Le Havre comme le montre la figure 1 [24].

Si les niveaux de pollution photochimique ont eu un impact non négligeable pendant la vague de chaleur, la surmortalité observée reste donc liée en très grande partie à l'effet propre de la chaleur : c'est notamment le cas à Paris et Lyon. Dans ces villes, les fortes températures semblent avoir un effet persistant à court-terme (trois jours). Dans les villes où l'excès de mortalité observé est plus modéré, les parts relatives des effets de la température et de l'ozone se répartissent de façon plus hétérogène, selon le niveau atteint localement par chacun des deux facteurs mais également selon le niveau de surmortalité qu'ils entraînent.

Figure 1

Surmortalité (%) liée à l'ozone et à la température et représentation des parts relatives de chaque facteur pour la population des 65 ans et plus dans les 9 villes du Psas-9, période du 3 au 17 août 2003.



### L'actualisation des chiffres européens

Dans un éditorial récent d'un numéro de la revue Eurosurveillance consacré aux vagues de chaleur survenues en Europe en 2003, T. Kosatsky revient sur les évaluations faites dans différents pays européens et présente leur actualisation [30]. Il rapporte que des estimations effectuées en Angleterre et au Pays-de-Galles, en France, en Italie et au Portugal conduisaient à dresser en mars 2004 un bilan européen d'au moins 22 080 morts [31]. Ces chiffres étaient compatibles avec le bilan publié par l'InVS dans son rapport d'octobre 2003 (tableau 1).

Il indique qu'à l'heure actuelle, les estimations britanniques, françaises et portugaises restent inchangées ; en revanche, de nouvelles estimations ont été faites dans d'autres pays. Elles sont reportées dans le tableau 1 afin de comparer les évaluations préliminaires et celles effectuées au décours de l'évènement :

- en Espagne, qui situe l'excès de mortalité dans un intervalle de 6 600 à 8 650 morts pour l'été 2003 dont environ 54 % sont intervenues en août ;
- en Belgique qui rapporte 1 250 morts en excès durant l'été ;
- et en Suisse qui rapporte 975 morts excédentaires entre juin et août.

Pour l'Italie, l'Institut national des statistiques a rapporté dans son bilan démographique annuel une surmortalité de 19 780 décès pour les mois de juin à septembre et pour l'ensemble du pays ce qui conduit à reconsidérer à la hausse les premiers chiffres avancés sur la base d'une étude dans les grandes villes italiennes. T. Kosatsky conclut qu'il est raisonnable d'envisager que la première estimation des 22 080 morts devrait être révisée avec une augmentation d'au moins 50 % pour l'impact de la vague de chaleur d'août dans l'Europe occidentale et de 100 % si les évènements caniculaires survenus en juin et juillet sont pris en compte.

### QUELLE UTILITÉ EN TERMES DE PRÉVENTION ?

#### L'avènement d'un plan canicule s'appuyant sur un système d'alerte météorologique

Un partenariat scientifique entre Météo-France et l'InVS a permis de concevoir et de mettre en opération au cours de l'été 2004, pour la première fois en France, un système national d'alerte canicule et santé. Ce système s'insère dans le Plan national canicule élaboré et mis en œuvre par le ministère chargé de la Santé.

Les connaissances épidémiologiques sur les effets de la chaleur sur la population tirées de l'analyse de la littérature et des premiers résultats des études cas-témoins ont permis d'orienter les actions prévues par le plan canicule. Les actions au long cours visent par l'information et la formation à réduire la morbidité et la mortalité ; des actions sont déployées plus spécifiquement lors des vagues de chaleur auprès des populations particulièrement sensibles pour la prévention ou la prise en charge sanitaire. Le plan national a été décliné dans chaque département en plans de gestion d'une canicule impliquant l'ensemble des acteurs locaux que sont les maires, les services déconcentrés de l'État et les services territoriaux, les associations et fédérations...

Le repérage des vagues de chaleur et la mise en alerte des pouvoirs publics sont assurés, dans le cadre de ces plans, par l'activation du 1<sup>er</sup> juin au 31 août du système d'alerte canicule (Sacs) par l'InVS et Météo-France. L'objectif poursuivi par ce système est de prévoir des épisodes de chaleur qui justifient, en complément des mesures de prévention habituelles, la mise en œuvre de mesures spécifiques auprès de la population c'est-à-dire des épisodes susceptibles d'avoir un impact sanitaire majeur, notamment, en termes de surmortalité. Compte-tenu de la possibilité de disposer de prévisions météorologiques à plusieurs jours et donc de bénéficier d'un délai de mise en alerte avant la survenue de l'épisode, un système basé sur la surveillance permanente d'indicateurs météorologiques dotés de seuils prédictifs de conséquences sanitaires sur la population a été choisi. Le choix des indicateurs et des seuils a été effectué grâce à une analyse rétrospective sur 30 ans de la mortalité et de données météorologiques dans 14 grandes villes françaises pré-

Pour connaître les mesures de prévention en cas de vague de chaleur, consulter le site du ministère chargé de la Santé :

[www.sante.gouv.fr](http://www.sante.gouv.fr)

(page d'accueil, rubrique santé environnement, dans accès simplifié par thème).

sentant des caractéristiques variées. Plusieurs indicateurs météorologiques ont été testés, en relation avec différents niveaux de surmortalité. Les indicateurs d'alerte et les seuils associés ont été définis en conciliant sensibilité (donner l'alerte pour toutes les situations qui le justifient sur les critères de surmortalité choisis) et spécificité (ne pas déclencher des alertes à tort) [32].

L'indicateur finalement retenu est un couple : moyenne de la température minimale sur 3 jours et moyenne de la température maximale sur 3 jours. Les seuils, qui sont locaux, ont été fixés de manière à anticiper des événements susceptibles d'entraîner une surmortalité de 50 % et plus à Paris, Lyon, Marseille et de plus de 100 % dans les autres villes. Sur la base des seuils établis pour les 14 villes, le système a été étendu à 96 autres villes réparties sur le territoire métropolitain, soit une ville par département. Le choix 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, comme l'a montré la vague de chaleur d'août 2003, l'absence de rémission nocturne qui empêche l'organisme de récupérer. Le cumul sur trois jours permet en partie de prendre en compte le facteur de gravité constitué par la persistance de la chaleur pendant au moins 3 jours.

Il existe déjà en Europe et aux États-Unis des systèmes d'alerte destinés à réduire l'impact sanitaire des vagues de chaleur au niveau local. L'originalité du système français est son extension géographique à l'ensemble du territoire tout en prenant en compte les contrastes climatiques et d'adaptation à la chaleur de la population.

Dans le cadre du plan canicule, les Cire (Cellules interrégionales d'épidémiologie) recueillent quotidiennement des 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. En cas de mise en alerte, ces données sont analysées afin d'informer les pouvoirs publics sur l'évolution de l'état de santé de la population et d'évaluer un éventuel impact sanitaire lié à la chaleur. Etchevers et al. rapportent comment ces indicateurs ont pu être utilisés dans le cadre d'un épisode de chaleur survenu en juin 2005 [33].

Après un premier été de fonctionnement en 2004, le Sacs a été soumis à une évaluation. Dans ce cadre, un atelier international sur les systèmes d'alerte a réuni les principaux opérateurs européens et américains des systèmes d'alerte canicule et santé. Des groupes de travail associant les acteurs du système à des partenaires externes comme le laboratoire climat et santé du CNRS ont également réfléchi aux améliorations à apporter au Sacs. Les résultats du processus d'évaluation ont permis d'ajuster le fonctionnement du système pour les saisons suivantes.

#### **Des mesures dans les établissements de santé et dans les établissements d'hébergement des personnes âgées dépendantes**

L'Agence française pour la sécurité sanitaire de l'environnement a élaboré des documents techniques pour la mise en place de la climatisation dans les établissements sanitaires et sociaux accueillant des personnes âgées [34]. Dès mai 2004, de nombreux textes ont été édictés pour améliorer la prévention des effets sanitaires dus à la chaleur dans ces établissements et en particulier celui concernant l'obligation de disposer de pièces rafraîchies dans ces établissements.

#### **Des informations sur usage des médicaments et canicule**

L'Agence française pour la sécurité sanitaire des produits de santé a mis au point des documents visant à apporter de l'information aux professionnels de santé et au grand public sur l'usage des médicaments pendant les vagues de chaleur. Ces travaux d'expertise se sont essentiellement basés sur l'analyse de la littérature sur le sujet avec une prise en compte des études cas-témoins menées par l'InVS. Les documents suivants ont été ainsi produits et mis à disposition [35] :

- « Mise au point sur le bon usage des médicaments en cas de vague de chaleur »
- « Médicaments susceptibles d'altérer l'adaptation de l'organisme à la chaleur »
- « Mise au point sur la conservation des médicaments en cas de vague de chaleur »
- « Vous et votre traitement en cas de vague de chaleur, Informations destinées aux patients ».

#### **L'amélioration de la veille sanitaire sur les données de santé non spécifiques**

Dans un contexte d'absence de système de veille « en temps réel » de l'activité hospitalière ou de la mortalité, les recueils de données mis en place en août 2003 pour suivre l'évolution de l'évènement et en estimer l'impact sanitaire ont montré que des systèmes de veille de l'activité hospitalière ou pré-hospitalière étaient pertinents et faisables sous un certain nombre de conditions [3]. Le suivi de la mortalité dans un objectif de veille et d'alerte, complémentaire au travail épidémiologique à visée de surveillance et de recherche effectué par le CépiDc, a été étudié [36].

C'est ainsi que l'InVS développe depuis septembre 2003, un système de veille non spécifique de données sanitaires fondé sur des recueils de données :

- d'activité hospitalière auprès de services d'accueil aux urgences ;
- de mortalité auprès de services d'état civil communaux effectués par l'Insee ;
- d'activité de médecine d'urgence en ville auprès d'associations de médecins d'urgence en ville.

La mise en relation et l'analyse combinée des informations remontant de ces réseaux devraient permettre de détecter avec un maximum de réactivité des modifications importantes de l'état de santé de la population dus à des événements, inattendus ou ne faisant pas l'objet d'une surveillance sanitaire spécifique [37].

Enfin, la certification électronique des décès se met en place actuellement sous l'égide du CépiDc et devrait permettre de disposer d'un système d'information réactif non seulement sur l'évolution de la mortalité globale mais aussi sur celle des causes de décès.

#### **Des efforts restent à faire concernant le logement et l'urbanisme**

Les premières actions de prévention se sont naturellement portées sur l'information et l'éducation au risque des personnes sensibles et des personnes les accompagnant, sur les modalités de leur prise en charge sociale et sanitaire, sur l'alerte et la mobilisation en cas d'évènements extrêmes. En ce qui concerne les conditions de logement et d'environnement urbain dans lesquelles vivent de plus en plus de personnes âgées, il est indispensable de développer une politique ambitieuse car, ainsi que le laissent présager les études américaines, les études françaises ont montré combien les facteurs liés au logement et à son environnement contribuent notablement à l'accroissement de la mortalité dans les zones urbaines en cas de vagues de chaleur.

#### **CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES**

De nombreuses études ont été mises en place après la vague de chaleur d'août 2003. Nous n'avons rapporté ici que celles qui ont pour objectif de mieux documenter l'impact sanitaire de cet événement et les principaux déterminants sanitaires, sociaux ou environnementaux des effets sanitaires observés. La mobilisation d'équipes de santé publique autour de ce sujet a permis de produire très rapidement, au regard de la complexité de certaines études, des résultats et recommandations. Ils ont contribué à l'orientation des politiques de prévention mises en place dès l'été 2004. Par ailleurs, les difficultés rencontrées pour documenter rapidement les effets d'un événement inattendu et particulièrement sévère ont conduit à une réflexion sur l'amélioration du système de veille sanitaire en faisant appel à des données de santé non spécifiques.

Plus de deux ans après cet épisode dramatique pour la France et pour d'autres pays européens, il reste beaucoup à faire pour améliorer encore la connaissance des relations entre chaleur et santé et les moyens d'en prévenir les impacts sur les populations les plus sensibles.

Des travaux devraient permettre d'améliorer les plans de prévention :

- amélioration des connaissances sur la relations entre la chaleur et la mortalité mais aussi entre chaleur et morbidité avec l'objectif d'optimiser le système d'alerte et le déclenchement d'actions préventives ;
- recherche méthodologique pour estimer précisément les impacts sanitaires en population générale des épisodes de forte chaleur (notamment d'extension géographique et temporelle limitée) et évaluer les actions de prévention mises en place.

D'autres études sont nécessaires pour analyser l'ensemble des causes contribuant à l'impact sanitaire. Il s'agit notamment de travaux épidémiologiques ayant pour objectifs :

- une meilleure connaissance de la morbidité dans les populations sensibles, personnes âgées mais aussi enfants et personnes souffrant de maladies neuropsychologiques ;

- une meilleure connaissance de la morbidité imputable à la chaleur dans les résidences pour personnes âgées avec une réflexion sur la pertinence de suivre des indicateurs représentatifs de cette morbidité ;

- une meilleure connaissance des phénomènes de déplacement de la mortalité (*harvesting effect*) après les épisodes de chaleur. Il s'agit enfin de recherches sur les facteurs liés au logement et à l'environnement urbain et de leur prise en compte par les politiques du logement et de la ville. Les travaux étudiant les « îlots de chaleur » et les conditions urbaines les déterminant, sont à mener en développant l'utilisation de l'imagerie satellite. Un tel développement méthodologique permettrait, notamment, à relativement court-terme de déterminer les zones les plus à risque au sein desquelles des actions de prévention pourraient être ciblées. La réalisation de ces travaux pour le renforcement de la prévention est, plus que jamais, une priorité de santé publique car notre société sera dans les prochaines années confrontée avec une acuité de plus en plus grande au risque de surmortalité due aux vagues de chaleur et ceci, principalement, pour deux raisons :

- le vieillissement prévisible de la population avec une proportion grandissante de personnes du grand âge. Selon l'Insee, l'effectif des 75 ans et plus serait multiplié par 3 et celui des 85 ans et plus par 4 d'ici 2050 (respectivement 11,6 millions et 4,8 millions) [38]. L'adaptation de la prise en charge des personnes âgées que ce soit à domicile ou au sein des institutions constitue ainsi un des enjeux majeurs de notre société pour les prochaines décennies ;

- les conséquences du réchauffement climatique. Une étude récente analysant la variabilité des températures estivales en Europe laisse prévoir une augmentation de la fréquence des épisodes caniculaires [39].

*L'auteur remercie Daniel Eilstein, Karine Laaidi et Georges Salines pour leurs relecture et conseils.*

## RÉFÉRENCES

- [1] InVS. Impact sanitaire de la vague de chaleur en France survenue en août 2003. Rapport d'étape, 28 août 2003. (<http://www.invs.sante.fr>) .
- [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. Paris: Inserm.
- [3] InVS. Impact sanitaire de la vague de chaleur en France survenue en août 2003. Bilan et perspectives, Octobre 2003. (<http://www.invs.sante.fr>)
- [4] Hémon D, Jouglu E. Mortalité liée aux vagues de chaleur : analyse descriptive des épisodes de canicule sur le niveau de la mortalité (1968-2003), détermination des caractéristiques sociodémographiques et médicales des populations à risques). Inserm; 2005.
- [5] Garenne M.. Effets à long terme de l'épidémie de grippe espagnole de 1918 VII<sup>ème</sup> Journée nationale des Grog – Paris, 21 novembre 2002.
- [6] Schwartz J. Is there harvesting in the association of airborne particles with daily deaths and hospital admissions? *Epidemiology*. 2001 Jan;12(1):55-61.
- [7] Filleul L, Medina S, Cassadou S. Urban particulate air pollution: from epidemiology to health impact in public health. *Rev Epidemiol Sante Publique* 2003 Oct;51(5):527-42.
- [8] Huynen MM, Martens P, Schram D, Weijnenberg MP, Kunst AE. The impact of heat waves and cold spells on mortality rates in the Dutch population. *Environ Health Perspect* 2001; 109(5):463-70.
- [9] Le Tertre A, Lefranc A, Eilstein D, Declercq C, Medina S, Blanchard M, et al. Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities. *Epidemiology* 2006 Jan;17(1):75-9.
- [10] Morgenstern H. Uses of ecological analysis in epidemiological research. *Am J Public Health*, 1982;72:1336-44.
- [11] Walter S.D. The ecological method in the study of environmental health. I : Overview of the method, II: Methodologic issues and feasibility. *Environ Health Perspect*, 1991;94:61-73
- [12] Hémon D, Jouglu E. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003. Suivi de la mortalité (21 août-31 décembre) et causes médicales des décès (1-20 août 2003). *Inserm*; 2004
- [13] Valleron A.-J., Boumendil A., *Épidémiologie et canicules : analyses de la vague de chaleur 2003 en France*. C. R. Biologies 327 (2004).
- [14] Richet-Mastain L. - « Bilan démographique 2004 : nette diminution des décès », *Insee-première*, n° 1 004, février 2005, et *Bulletin mensuel de statistique*, n° 2-2005, Insee,p. 139-54
- [15] Toulmon L, Barbieri M. The Mortality Impact of the August Heat Wave in France. XXV International Population Conference, Tours, July 2005.
- [16] Carcaillon L, Larrieu S, Hébréard L, Helmer C, Filleul L. Étude des facteurs individuels et des comportements ayant pu influencer la santé des personnes âgées pendant la vague de chaleur de 2003. *Institut de veille sanitaire*. Décembre 2005.
- [17] Cnam. Des tendances de fond aux mouvements de court-terme. *Point de conjoncture* n°18, octobre 2003
- [18] Pascal L., Nicolau J. Ledrans M.. Evaluation de l'impact de la vague de chaleur de l'été 2003 sur la morbidité hospitalière infantile. *Institut de veille sanitaire*. Avril 2005.
- [19] Naughton MP, Henderson A, Mirabelli MC et al. Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med* 2002; 22:221-7.
- [20] Weisskopf MG, Anderson HA, Foldy S, Hanrahan LP, Blair K, Torok TJ et al. Heat wave morbidity and mortality, Milwaukee, Wis, 1999 vs 1995: an improved response? *Am J Public Health* 2002; 92:830-3.
- [21] Bretin P, Vandentorren S., Zeghnoun A., M. Ledrans. Etude des facteurs de risque de décès des personnes âgées résidant à domicile durant la vague de chaleur d'août 2003. *Institut de veille sanitaire*. Juillet 2004, (<http://www.invs.sante.fr>).
- [22] Lorente C., Sérazin C., Salines G., Adonias G., Gourvellec G., Lauzeille D., Malon A., Rivière S.. Etude des facteurs de risque de décès des personnes âgées résidant en établissement durant la vague de chaleur d'août 2003. *Institut de veille sanitaire*. Janvier 2005.
- [23] Cassadou S, Declercq C, Eilstein D, Filleul L, Lefranc A, Le Tertre A, Medina S., Nunes C., Pascal L., Prouvost H., Saviuc P., Zeghnoun, A., Quénel P. Programme de surveillance Air et santé 9 villes. Surveillance des effets sur la santé liés à la pollution atmosphérique en milieu urbain. Phase II. *Institut de veille sanitaire*. Juin 2002 (<http://www.invs.sante.fr>).
- [24] Cassadou S., Chardon B., D'helf M., Declercq C., Eilstein D., Fabre P., Filleul F, Jusot J-F, Lefranc A., Le Tertre A., Medina S., Pascal L., Prouvost H., Ledrans M. Programme de surveillance air et santé (PSAS9). Vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre température, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises. *Institut de veille sanitaire*. Septembre 2004. (<http://www.invs.sante.fr>).
- [25] McGeehin MA, Mirabelli M. The potential impacts of climate variability and change on temperature-related morbidity and mortality in the United States. *Environ Health Perspect* 2001; 109(Suppl 2):185-9.
- [26] Thirion X. La vague de chaleur de juillet 1983 à Marseille : enquête sur la mortalité, essai de prévention. *Santé publique* 1992; 4:58-64.
- [27] Besancenot JP. Vagues de chaleur et mortalité dans les grandes agglomérations urbaines. *Environnement risques et santé* 2002; 1(4):229-40.
- [28] Rooney C, McMichael AJ, Kovats RS, Coleman MP. Excess mortality in England and Wales, and in Greater London, during the 1995 heatwave. *J Epidemiol Community Health* 1998; 52(8):482-6.
- [29] Kovats RS, Hajat S, Wilkinson P. Contrasting patterns of mortality and hospital admissions during hot weather and heat waves in Greater London, UK. *Occup Environ Med* 2004; 61:893-98.
- [30] Kosatsky T. Les vagues de chaleur de 2003 en Europe. *Euro Surveill* 2005;10(7):148-9.
- [31] Kovats S, Wolf T, Menne B. Heatwave of August 2003 in Europe: provisional estimates of the impact on mortality. *Eurosurveillance Weekly*. 11 March 2004; 8(11).
- [32] Laaidi K., Pascal M., Ledrans M., Le Tertre A., Medina S., Salines G., Bessemoulin P., Manach J., Strauss B., Cohen JC., Empereur-Bissonnet P., 2005. Relation between meteorology and mortality: the French heat health watch warning system. *Deutsche Wetterdienst, Annalen der Meteorologie*, 41(1):291-2.
- [33] Etcheverrers A., Starter H., Laaidi K., Empereur-Bissonnet P. Impact sanitaire de la vague de chaleur du mois de juin 2005. *Bull Epidémiol Hebdo* 2006; 19-20:138-40.
- [34] Agence française de sécurité sanitaire de l'environnement, Centre Scientifique et Technique du Bâtiment. Impacts sanitaires et énergétiques des installations de climatisation : Etablissements sanitaires, établissements accueillant des personnes âgées. *Afsse*. Juillet 2004.
- [35] Consultation de la page « Canicule et produits de santé » à l'adresse <http://agmed.sante.gouv.fr/html/10/canicule/index.htm> le 25 août 2005.
- [36] Caserio-Schönemann C., Gailhard I., Le Strat Y., Le Goaster C., Josseran L. Intérêt de la surveillance de la mortalité dans une perspective d'alerte. *Bull Epidemiol hebdo* 2005 n°27-28;137-8.
- [37] Josseran L., Gailhard I., Nicolau J., Thélot B., Donadieu J., Brücker G. Organisation expérimentale d'un nouveau système de veille sanitaire, France, 2004-2005 *Bull Epidemiol Hebdo* 2005 n°27-28;134-7.
- [38] Brutel C., Omalek L. Projections démographiques pour la France, ses régions et ses départements : horizon 2030-2050 *Insee* 2003, collection Insee résultats. Société, n° 16, 40 p
- [39] Schär, C., Vidale, P.L., Lüthi, D., Frei, C., Häberli, C., Liniger, M.A. and Appenzeller, C. The role of increasing temperature variability in European summer heatwaves, *Nature*. 2004. 427, pp. 1-4.