

Santé environnement

Systeme d'alerte canicule et santé : principes, fondements et évaluation

Karine Laaidi, Aymeric Ung, Vèrene Wagner,
Pascal Beaudeau, Mathilde Pascal

Sommaire

Liste des abréviations	2
1. Introduction	3
2. Principes du système d’alerte canicule et santé	4
3. Le système d’alerte météorologique	5
3.1 Choix des indicateurs et des seuils météorologiques	5
3.2 La proposition d’alerte	8
3.2.1 L’incertitude liée aux prévisions	9
3.2.2 La prise en compte de facteurs aggravants	9
4. L’utilisation des indicateurs sanitaires pendant l’alerte	10
5. Les bilans sanitaires post alerte	12
6. Évolutions	13
6.1 L’évaluation du système d’alerte	13
6.2 La comparaison à l’international	13
6.3 Le suivi du PNC	14
6.4 Les évolutions possibles du système d’alerte	15
Références bibliographiques	17

Systeme d'alerte canicule et santé : principes, fondements et évolutions depuis sa mise en place

K. LAAIDI, A. UNG, V. WAGNER, P. BEAUDEAU, M. PASCAL
Institut de veille sanitaire, Département santé environnement

Liste des abréviations

ARS : Agences régionales de santé

Cica : Comité interministériel canicule

Cire : Cellule interrégionales d'épidémiologie

DGS : Direction générale de la santé

IBM : Indicateur biométéorologique

Inpes : Institut national de prévention et d'éducation pour la santé

Insee : Institut national de la statistique et des études économiques

InVS : Institut de veille sanitaire

Miga : Mise en garde et actions

Oscour : Organisation de la surveillance coordonnée des urgences

PNC : Plan national canicule

Sacs : Système d'alerte canicule et santé

SAU : Services d'accueil aux urgences

1. Introduction

Les vagues de chaleur sont des phénomènes météorologiques connus, pour lesquels il n'existe cependant pas de définition météorologique normalisée. En France, la vague de chaleur de l'été 2003 a été la plus intense enregistrée en France depuis les années 1950 : 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.

Dans les suites immédiates de cette canicule, l'Institut de veille sanitaire (InVS) a réalisé et a contribué à de nombreux travaux épidémiologiques qui visaient à :

- renseigner la surmortalité toutes causes attribuable à la canicule 2003, dans les plus grandes villes françaises et à l'échelle nationale (étude Inserm [1,2]) ;
- identifier, par deux grandes enquêtes cas-témoins, les facteurs de risque de mortalité chez les personnes âgées décédées à leur domicile et en institution [3,4] ;
- connaître, dans les neuf villes du programme de surveillance air et santé, la part attribuable respectivement à l'ozone et à la température dans la mortalité [5].

Les résultats de ces travaux ont permis d'estimer le nombre des décès en excès par rapport aux années précédentes, soit 14 800 entre le 1^{er} et le 20 août 2003, représentant une augmentation de 60 % par rapport à la mortalité attendue. L'ensemble de la France a été touché, mais la surmortalité a davantage concerné les zones urbaines. L'analyse de la mortalité a montré que les personnes âgées (75 ans et plus) et très âgées étaient les principales victimes. Chez les sujets de moins de 45 ans, seules les causes de décès directement liées à la chaleur et les états morbides mal définis ont augmenté, et uniquement chez les hommes. Trois groupes de causes de décès ont été distingués chez les sujets de 45 ans et plus [6] :

- les causes directement liées à la chaleur (coup de chaleur, hyperthermie et déshydratation) dont l'augmentation relative a été massive (nombre de décès multiplié par 20 ou plus selon l'âge et le sexe) ;
- les autres causes pour lesquelles la surmortalité a été extrêmement marquée : maladies du système nerveux, troubles mentaux, maladies de l'appareil respiratoire (incluant les pneumonies), maladies infectieuses, maladies de l'appareil génito-urinaire, maladies endocriniennes et états morbides mal définis ;
- la quasi-totalité des autres causes médicales ont progressé mais d'une manière moins prononcée.

Les études ont également montré que si les mesures à prendre pour limiter les impacts de la chaleur étaient relativement simples à mettre en œuvre, elles étaient peu connues et difficile à organiser pendant une crise. Afin de mieux répondre aux vagues de chaleur, le ministère chargé de la Santé a développé un Plan national canicule (PNC) dès 2004. Le PNC définit les actions destinées à prévenir l'impact sanitaire des épisodes de fortes chaleurs. Il inclut des recommandations à destination de différents intervenants : professionnels de santé, acteurs de la vie sociale...

Certaines recommandations du PNC ont une déclinaison légale (organisation des institutions accueillant des personnes âgées ou vulnérables pour faire face à une vague de chaleur (mise en place d'une pièce rafraîchie dans le cadre des plans bleus...), et constitution d'un fichier de personnes vulnérables dans les mairies). Si l'accent est mis sur la prévention tout au long de l'été, certaines actions sont renforcées lorsqu'une vague de chaleur est anticipée. Il s'agit en particulier de la communication auprès du grand public, de la mobilisation des professionnels de santé, et de l'appel des personnes vulnérables par les travailleurs sociaux.

Le PNC inclut un système d'alerte canicule et santé (Sacs) identifiant, selon le contexte météorologique, quelles actions sont à mettre en place. Le système a été conçu par l'InVS et Météo-France en s'appuyant sur

un accord-cadre signé au début de l'année 2004 et visant à faciliter la mise en place de dispositifs de prévention et d'alerte contre les risques sanitaires d'origine météorologique.

Le Sacs permet ainsi de graduer les actions du PNC selon trois niveaux.

- Le **niveau de veille saisonnière** correspond à la période du 1^{er} juin au 31 août. Chaque jour de cette période, l'InVS assure un suivi des indicateurs météorologiques et sanitaires en collaboration avec Météo-France. Un exercice auquel participent les services nationaux et locaux précède la veille saisonnière pour tester les dispositifs opérationnels. Un centre d'appel téléphonique d'informations et de recommandations sur la conduite à tenir en cas de fortes chaleurs est ouvert (numéro vert).
- Le **niveau de mise en garde et actions (Miga)** est déclenché par les préfets de départements en cas de prévision de dépassement des seuils établis dans le cadre du Sacs, le jour même ou avec un à trois jours d'anticipation. Il permet selon les cas :
 - de préparer la mise en œuvre graduée des actions préventives prévues dans le PNC si le déclenchement de l'alerte concerne une prévision de vague de chaleur ;
 - de mettre en œuvre à l'échelon local et national les mesures sanitaires et sociales appropriées si le déclenchement de l'alerte concerne une vague de chaleur effective : information des mesures de prévention, soutien aux personnes à risque définies dans les plans, déclenchement si besoin des plans blancs dans les hôpitaux et des plans bleus dans les maisons de retraite (ils permettent en particulier de rappeler du personnel ou d'ouvrir des lits supplémentaires).
- Enfin, le **niveau de mobilisation maximale** correspond à une situation exceptionnelle et dépassant le champ sanitaire, qui nécessite la mobilisation de l'ensemble des acteurs impliqués dans le PNC. Il est déclenché par le Premier ministre sur recommandation des ministres chargés de la Santé et de l'Intérieur.

2. Principes du système d'alerte canicule et santé

L'objectif du Sacs est d'identifier une vague de chaleur susceptible d'avoir un impact sanitaire majeur, afin de permettre la mise en place rapide de mesures de prévention et de gestion de l'évènement.

Il est fondé sur la surveillance des prévisions d'indicateurs biométéorologiques (IBM) et sur un système de seuils d'alerte départementaux.

Si les prévisions météorologiques indiquent un risque suffisamment élevé d'atteindre ou de dépasser les seuils d'alerte sur une période minimale de trois jours, l'InVS et Météo-France recommandent d'activer le niveau Miga du PNC.

Parallèlement, en cas de vague de chaleur, la surveillance d'indicateurs sanitaires (décès enregistrés par les bureaux d'état civil, appels aux associations SOS médecins ou Samu, fréquentation des services d'urgences hospitaliers toutes causes et pour des pathologies en lien avec la chaleur) permet d'apprécier l'impact éventuel pour, si besoin, que les services concernés (santé, gestion, communication, etc.) puissent ajuster les mesures de gestion.

Des retours d'expériences sont menés chaque année, et des évaluations régulières permettent d'améliorer le système, que ce soit sur le plan logistique, organisationnel ou scientifique.

3. Le système d'alerte météorologique

3.1. Choix des indicateurs et des seuils météorologiques

La méthode utilisée pour concevoir le système d'alerte est détaillée dans le rapport du Sacs 2006 [7,8]. Le détail des différents résultats est présenté dans les rapports 2004 et 2005 du Sacs [9,10].

Dans un premier temps des indicateurs météorologiques et des seuils ont été calculés dans 14 villes pilotes : Bordeaux, Dijon, Grenoble, Le Havre, Lille, Limoges, Lyon, Marseille, Nantes, Nice, Paris, Strasbourg, Toulouse et Tours. Il s'agit de grandes agglomérations françaises régulièrement espacées sur l'ensemble du territoire métropolitain et représentatives de ses différents climats. La période d'étude couvrait les années 1973 à 2003.

Sur cette période, les variables climatiques des villes étudiées présentaient une grande hétérogénéité. Les températures moyennées du 1^{er} juin au 31 août sur la période 1973-2003 varient de 12,5 °C (Lille) à 19 °C (Nice) pour les minimales et de 21,2 °C (Lille) à 28,5 °C (Marseille) pour les maximales.

Plusieurs indicateurs potentiels d'une vague de chaleur ont été testés en vue du Sacs : les températures minimales, maximales et moyennes, un indicateur mixte associant les températures minimales et maximales, la température moyenne du point de rosée, l'indice thermohygrométrique (fonction de la température et de l'humidité relative). Les températures quotidiennes minimales et maximales ont été fournies par Météo-France.

Ces données météorologiques ont été comparées à la surmortalité journalière. Celle-ci a été estimée à partir des données de mortalité journalière toutes causes recueillies par l'Institut national de la statistique et des études économiques (Insee) pour la période 1973-2003. La mortalité moyenne pour un jour donné, ou "ligne de base" de la mortalité, a été calculée comme la moyenne sur les trois années précédentes de la mortalité journalière lissée. Différentes fenêtres de lissage ont été testées.

La surmortalité journalière, exprimée en %, a été calculée selon la formule :

$$s[i, j] = 100 \times \frac{\text{mortalité}[i, j] - \text{base}[i, j]}{\text{base}[i, j]},$$

où i représente un jour et j une année.

Pour pallier au problème du faible nombre de décès et de la variabilité importante de la mortalité dans les plus petites villes, il a été aussi calculé une surmortalité à partir d'une mortalité cumulée sur trois jours. Par ailleurs un décalage de quelques jours a été testé entre la température et la mortalité.

A partir des indicateurs météorologiques et des pourcentages de surmortalité journaliers, des tests ont été menés dans chaque ville. Ces tests consistaient à calculer pour plusieurs valeurs possibles¹ de seuils météorologiques et pour des niveaux de surmortalité préalablement définis, le nombre total d'alertes en distinguant les « vraies alertes » (correspondant aux jours où les températures élevées sont associées à une surmortalité élevée), les « fausses alertes » (jours où les températures élevées ne sont pas associées à une surmortalité élevée) et les « alertes manquées » (jours où la surmortalité est élevée mais pas les températures). Par analogie avec un test diagnostique, les résultats des tests des indicateurs ont donné lieu à des calculs de sensibilité et de spécificité.

Les niveaux de surmortalité ont été choisis en concertation avec les utilisateurs du système. Ils ont été fixés à 50 % pour Paris, Lyon, Lille et Marseille et à 100 % pour les autres villes de plus petite taille.

Des seuils plus bas ne pouvaient pas être envisagés du fait de la variabilité trop importante de la mortalité dans les villes de taille moyenne, où 20 % de la mortalité journalière représentent parfois moins d'un décès - une surmortalité inférieure à 50 et même 100 % pouvant alors être due à tout autre événement qu'une vague de chaleur, comme par exemple un accident de la route. Enfin, ces seuils correspondent bien à la définition d'événements épidémiques de grande ampleur visés dans le PNC.

L'indicateur le plus pertinent est celui pour lequel on a le meilleur compromis possible entre une bonne spécificité et une bonne sensibilité. Il est par ailleurs nécessaire pour des raisons de simplicité du système que cet indicateur soit commun à toutes les villes. Sur cette base, l'indicateur le plus efficace dans toutes les villes était la combinaison des températures minimales et maximales moyennées sur trois jours. Il a donc été retenu pour toutes les villes pilotes. Il est noté IBM (pour indicateur bio-météorologique).

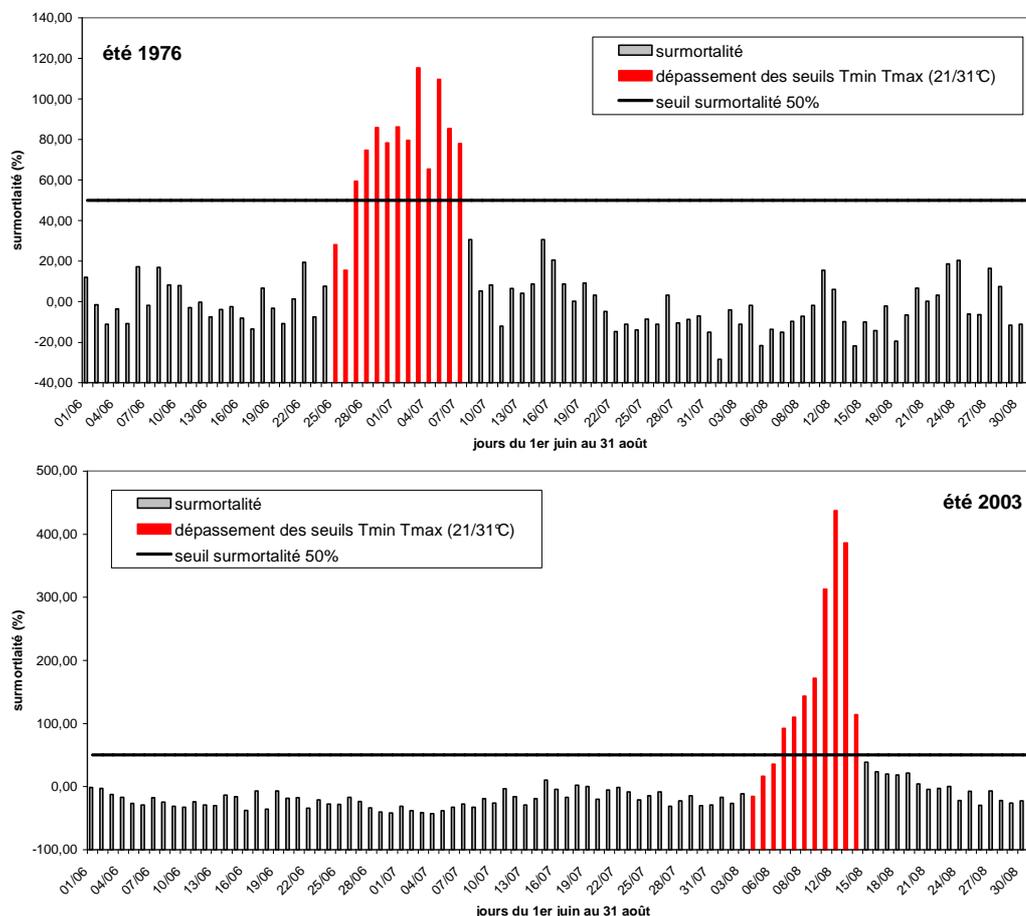
L'indicateur retenu est donc le couple (IBMn, IBMx), où l'IBMn est la moyenne glissante sur trois jours des températures minimales, et l'IBMx la moyenne glissante sur trois jours des températures maximales.

Une fois l'indicateur choisi, des seuils d'alertes ont été sélectionnés pour chaque ville en cherchant à avoir le moins possible d'alertes manquées, et le moins possible de fausses alertes qui décrédibilisent le système en opérationnel. Par exemple, à Paris le couple 21-31°C a été retenu comme seuil pour la moyenne des températures minimales et maximales.

Pour chaque ville, le système retenu a ensuite été testé de manière rétrospective sur les années 1973-2003. Il a montré une bonne capacité à détecter les vagues de chaleur importantes pour lesquelles une surmortalité était effectivement observée (notamment 2003, 1983 et 1976). La figure 1 montre pour Paris une assez bonne concordance entre les propositions d'alerte du système et les dépassements effectifs du seuil de surmortalité : en 1976 et 2003, les seuils de températures sont dépassés trois jours avant celui de la surmortalité, puis les deux sont concordants jusqu'à ce qui correspondrait à une levée d'alerte.

¹ - 30 valeurs pour les indicateurs Tmin, Tmax, Tmoy, dtmoy, Trosée moy et THI, augmentant par pas de 1° C ;
- 400 couples possibles pour l'indicateur Tmin et Tmax.

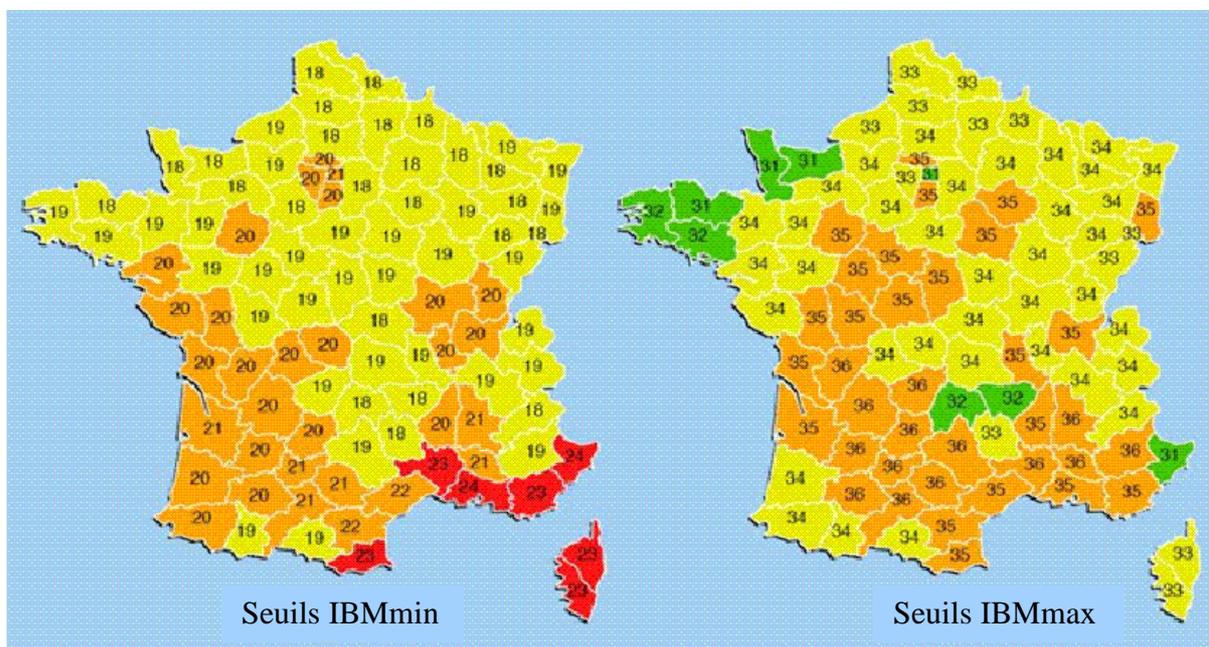
Figure 1 - Simulation de dépassement des seuils météorologiques pour 1976 et 2003 à Paris : en rouge les jours identifiés comme jours d’alerte par le système actuel



Dans un deuxième temps, ces seuils ont du être étendus à l’ensemble du territoire. Comme il n’était pas possible de reprendre une analyse température/surmortalité pour chaque département français, en particulier du fait des effectifs de mortalité trop faibles dans les petites communes et donc d’un manque de puissance statistique, l’approche retenue a été de rechercher si les seuils calculés pour chaque ville pilote présentaient une cohérence en termes de percentiles des distributions de températures. Différents percentiles ont été calculés. Le percentile 99,5 s’est avéré être le plus proche des seuils déterminés précédemment [7]. Par analogie, après avoir retenu une station météorologique de référence pour chaque département métropolitain, les percentiles 99,5 de la distribution de l’indicateur sur les 30 dernières années ont été calculés. Les seuils minimum et maximum ainsi obtenus (IBMmin et IBMmax) sont présentés dans la figure 2.

Les seuils trouvés par cette approche simple ont été confirmés en recherchant des seuils selon une méthode alternative dans six villes (Paris, Marseille, Lyon, Limoges, Nantes et Strasbourg). Cette méthode consistait à modéliser le lien entre indicateurs météorologiques et mortalité à l’aide de modèles additifs généralisés, afin de sélectionner le percentile à partir duquel la surmortalité dépasse une valeur préalablement fixée.

Figure 2. Seuils sur les IBMmin et IBMmax pour chaque département français - valeurs 2011
(source Météo-France)



Enfin, dans certains départements, l'expérience de l'opération du système a permis d'ajuster les seuils ou les stations de référence pour pallier à un manque de représentativité de la station vis-à-vis du département. Ce type d'ajustement est fait par Météo-France. Par ailleurs à Marseille, les seuils ont été réévalués vers des valeurs plus élevées (22-34 °C *vs* 24-35 °C) en 2009, compte tenu du nombre important d'alertes générées entre 2004 et 2009, du faible impact visible sur les données sanitaires, et de l'hypothèse que la ville est mieux adaptée à la chaleur, notamment à cause de l'expérience tragique de 1983 [11].

3.2. La proposition d'alerte

Les retours d'expériences des premières années d'opération et l'évaluation externe du Sacs ont montré que, malgré l'existence de critères d'alerte et d'une procédure opératoire, la proposition d'alerte pouvait varier d'un opérateur à l'autre pour des situations par ailleurs identiques. Il a donc été décidé de construire un outil d'aide à la décision permettant d'harmoniser les critères pris en compte dans la décision d'alerte : prévisions et seuils des indicateurs biométéorologiques, incertitude de ces prévisions, action de facteurs pouvant aggraver l'impact sanitaire de la vague de chaleur (intensité de la chaleur, humidité importante de l'air, pollution atmosphérique, rassemblements de population...), impact sanitaire éventuel, lorsque la vague de chaleur est déjà installée.

3.2.1. L'incertitude liée aux prévisions

Afin de prendre en compte l'incertitude entourant les prévisions météorologiques, des probabilités de dépassement des seuils ont été établies par Météo-France pour chaque ville de référence, en s'appuyant sur l'analyse de la situation météorologique et sur l'analyse des erreurs passées.

Ces probabilités sont traduites en 5 classes : quasi nulle, faible, moyenne, élevée et très élevée. La combinaison des probabilités de dépassement des seuils pour les IBMmin et IBMmax conduit à la construction d'un score météorologique variant de A (risque très faible) à E (risque très élevé) (tableau 1). Ces règles ont été établies en s'appuyant sur l'expérience acquise depuis 2004 et sur l'expertise de Météo-France. Un poids plus important a été donné à la probabilité de dépasser le seuil IBMmin du fait de l'importance de la température nocturne sur la mortalité. En effet, s'il fait non seulement très chaud dans la journée, mais que cette chaleur ne diminue pas suffisamment pendant la nuit, l'organisme ne peut pas récupérer et le risque sanitaire est majoré.

Tableau 1 – Règles de combinaison des probabilités de dépassement des seuils d'IBM min et max (Pmin et Pmax) : risque de vague de chaleur variant de A (très faible) à E (très élevé)

Pmin \ Pmax	Pmax				
	Quasi nulle	Faible	Moyenne	Elevée	Très élevée
Quasi nulle	A	A	A	A	A
Faible	A	B	B	B	B
Moyenne	A	B	C	D	D
Elevée	A	B	D	E	E
Très élevée	B	C	E	E	E

3.2.2. La prise en compte de facteurs aggravants

Lors d'une vague de chaleur, certains facteurs sont susceptibles d'aggraver l'impact sanitaire. Ils ont été identifiés sur la base de la littérature et des retours d'expériences depuis 2004. Ces facteurs sont :

- l'intensité de la vague de chaleur, définie à partir de l'écart entre la valeur de l'indicateur et le seuil d'alerte ;
- la pollution de l'air, en particulier par l'ozone et les particules fines ;
- l'humidité, dans la mesure où une chaleur humide est plus difficile à supporter par l'organisme qu'une chaleur sèche ;
- les événements conjoncturels tels que les grands rassemblements de population ou les départs en vacances, qui augmentent la population exposée au risque.

Ces facteurs sont susceptibles d'augmenter la vulnérabilité de la population soumise à la chaleur et de compliquer les actions de prévention et de gestion. Dans la mesure où il n'existe pas d'étude permettant de les prendre en considération de manière quantitative (seuil de risque), ils sont pris en compte de manière essentiellement qualitative lors de la décision d'alerte.

Ainsi des prévisions de dépassement des seuils d'alerte météorologique en limite de seuil pourront ne pas conduire à proposer une alerte si aucun autre facteur de risque n'est relevé, alors qu'elles pourront conduire à proposer une alerte si, en plus de la chaleur, il est prévu un week-end de grand départ en vacances avec beaucoup de monde sur les routes nécessitant une prévention spécifique par rapport à la chaleur. C'est également le cas si un pic d'ozone est prévu, s'ajoutant au risque lié à la chaleur.

D'une manière générale, ces facteurs de risque sont analysés et pris en compte soit par l'InVS quand les données sont disponibles au niveau national (humidité, intensité de la chaleur), soit par les préfets quand ces données sont produites au niveau local (pollution de l'air fournie par les associations régionales de mesure de la qualité de l'air, rassemblements locaux de population lors de grands événements type festivals).

4. L'utilisation des indicateurs sanitaires pendant l'alerte

Le Sacs permet à l'InVS de proposer les alertes, transmises sous la forme d'une « fiche d'alerte nationale », à la Direction générale de la santé (DGS).

Le but de cette fiche d'alerte est de fournir à la DGS et aux préfets les informations nécessaires pour :

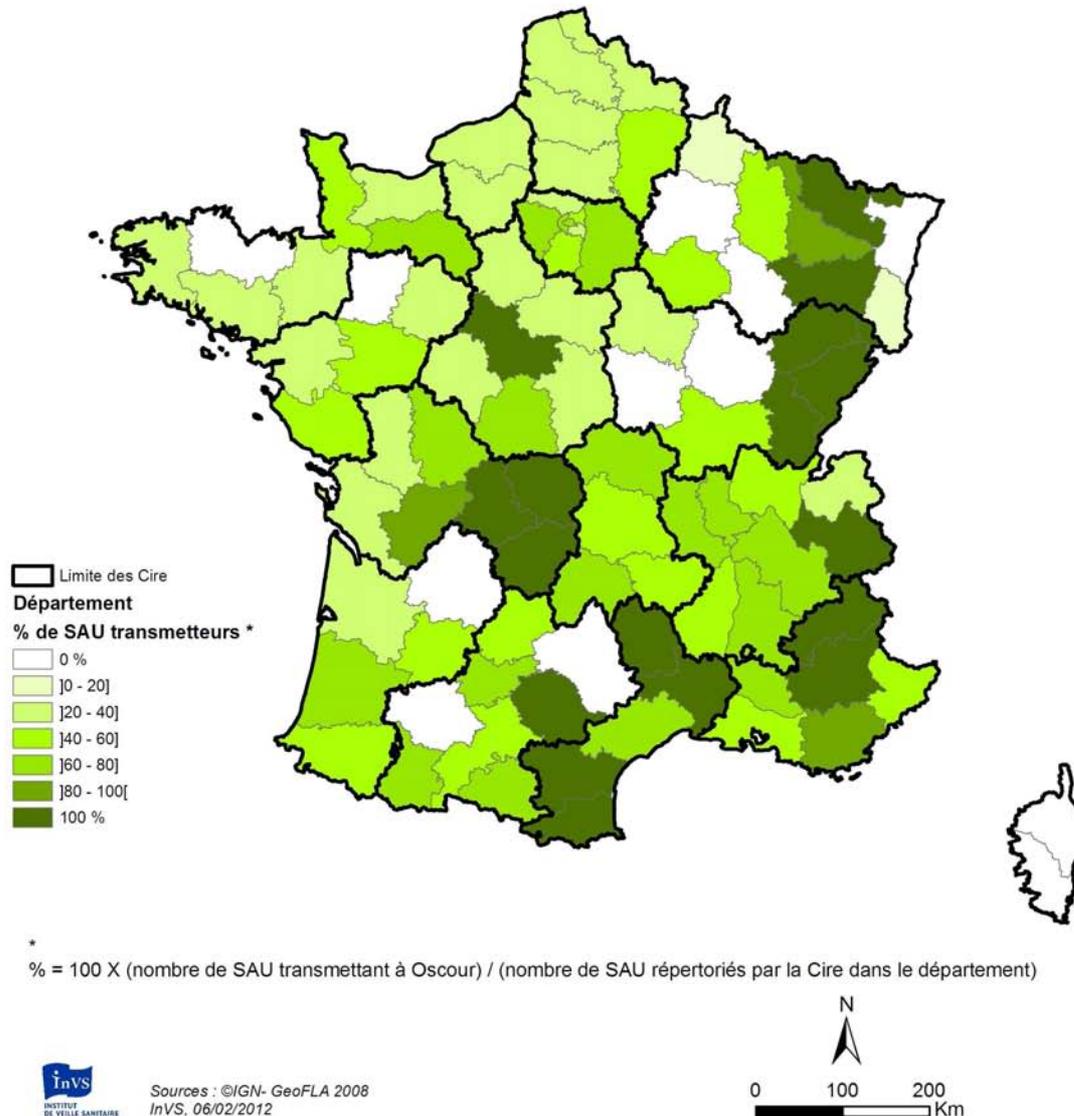
- activer localement l'alerte qui correspond au niveau Miga du PNC ;
- définir la graduation des mesures à prendre ;
- si une alerte est en cours, proposer un maintien ou une levée d'alerte.

Pour ces deux derniers objectifs, une description de la situation sanitaire dans les départements concernés est utile. Elle est réalisée par les Cellules interrégionales d'épidémiologie (Cire) depuis 2004 en s'appuyant sur des données de mortalité et de morbidité recueillies dans un échantillon de villes sentinelles (au moins une ville par département métropolitain). Depuis 2011, les indicateurs utilisés sont [12] :

- le nombre de décès enregistrés par les états civils : bien que peu réactif (il faut environ 7 jours pour avoir des données consolidées), il est important de suivre cet indicateur en restant conscient de ses limites, car en 2003 une grande partie des décès a eu lieu au domicile des personnes, c'est-à-dire avant d'atteindre les hôpitaux. Il serait donc risqué de ne suivre que des indicateurs de recours aux soins, qui pourraient évoluer modérément alors que la situation est catastrophique. Ces données sont recueillies *via* le serveur de l'Insee ;
- les passages aux urgences totaux, pour les plus de 75 ans et pour les causes spécifiques de la chaleur (hyperthermie, hyponatrémie et déshydratation). Ces données sont recueillies *via* les serveurs régionaux de veille et d'alerte (SRVA) ou *via* le dispositif Oscour® (Organisation de la surveillance coordonnée des urgences). Représenté essentiellement par des établissements franciliens au départ, sa couverture géographique s'est étendue peu à peu et permet progressivement une remontée de données automatisée pour un grand nombre de départements (figure 3) ;
- les recours aux associations SOS médecins, disponibles depuis 2006, permettent de recueillir des données de consultation en médecine générale, en terme de ressenti des patients (motif d'appel) et, pour certaines zones géographiques, en terme de pathologie diagnostiquée lors de la visite par le médecin. Pendant l'été, les appels par classe d'âge sont particulièrement intéressants dans la mesure où les personnes âgées ont rarement recours à ce service, sauf lorsque leur état de santé devient particulièrement inquiétant. Ces données sont également recueillies *via* le dispositif Oscour® dans les régions où elles sont disponibles ;
- d'autres indicateurs peuvent être suivis dans chaque département en fonction de la disponibilité des données :
 - les données de pompes funèbres lorsqu'elles sont suffisamment complètes et interprétables,
 - les affaires traitées par le Samu (nombre de dossiers de régulation = ensemble des informations collectées, des mesures prises et du suivi assuré, suite à une information à caractère médical, médico-social ou sanitaire portée à la connaissance du Samu – Centre 15),
 - les affaires traitées par les pompiers (Services départementaux d'incendie et de secours) à la demande du Samu donc pour des problèmes médicaux.

Ces indicateurs ont été sélectionnés selon trois critères essentiels : le lien démontré avec la chaleur, la réactivité et la qualité des données.

Figure 3. Services d'accueil aux urgences (SAU) transmettant leurs données à l'InVS via le système Oscour en janvier 2012. Les données sont représentées par département en fonction du pourcentage d'établissements transmettant régulièrement des données conformes aux standards requis.



Deux méthodes statistiques ont été retenues afin d'analyser ces indicateurs à partir des données disponibles. Elles reposent sur des méthodes de détection d'évènements inhabituels (alarmes statistiques) :

- la méthode des limites historiques, si les données nécessaires pour le calcul sont disponibles (au moins deux ans d'historique) ;
- la méthode des cartes de contrôle, qui ne nécessite pas d'historique de données.

Ces alarmes statistiques doivent être validées par un épidémiologiste avant d'être considérés comme des alarmes sanitaires.

À la fin d'une vague de chaleur, lorsque les IBM ne montrent plus de risque élevé de dépassement des seuils, et qu'il n'y a pas d'alarme validée sur les indicateurs sanitaires, il sera proposé une levée du niveau Miga du plan canicule.

Par contre une alarme sanitaire pourra conduire à maintenir le niveau Miga et à adapter en conséquence les mesures du PNC.

En outre, lorsque les IBM sont proches des seuils, une alarme sur les indicateurs sanitaires pourra conduire à proposer une alerte canicule.

5. Les bilans sanitaires post alerte

Au-delà du suivi de l'impact sanitaire en temps réel, il est important de quantifier l'impact sanitaire de la vague de chaleur une fois l'alerte terminée, en travaillant sur des données validées.

La littérature indique que les vagues de chaleur ont un impact significatif sur la mortalité, alors que peu d'études se sont intéressées à la morbidité. En première approche, la surmortalité totale est considérée comme un bon indicateur de l'impact des vagues de chaleur, les pathologies spécifiquement liées à la chaleur (hyperthermie, déshydratation) ne constituant qu'une part de l'impact total, et étant par ailleurs souvent sous-déclarées [13].

L'indicateur retenu a donc été la mortalité, et une méthode simple a été définie afin d'estimer l'impact d'une vague de chaleur. Ainsi, la surmortalité pendant la période d'étude (période d'atteinte ou de dépassement des seuils biométéorologiques) est définie comme la différence entre la mortalité observée et une mortalité de référence. Cette mortalité de référence est calculée comme la moyenne des mortalités observées pendant la même période sur les N années précédentes (N allant de 1 à 5) en excluant les données relatives aux éventuelles vagues de chaleur. Ceci permet de fournir une estimation de l'impact selon plusieurs périodes de référence. Une comparaison avec les résultats obtenus par un modèle en séries temporelles a confirmé l'utilité de cette méthode simple pour avoir un ordre de grandeur rapide de l'impact. Lorsqu'un impact est observé, une analyse approfondie peut être menée, en utilisant notamment une modélisation en séries temporelles, en prenant en compte plus finement l'effet des températures extrêmes [14].

Concernant la morbidité, au-delà des analyses descriptives qui peuvent être faites à partir des indicateurs précédents, il nous paraît important de développer une meilleure compréhension de la relation morbidité – température afin de pouvoir mettre en place un indicateur standardisé d'impact.

Il sera pour cela nécessaire de faire une revue de la littérature sur le sujet et dans un deuxième temps de tester différentes méthodes sur nos indicateurs de morbidité (séries temporelles par exemple), dès que les données seront disponibles en quantité et en qualité suffisante.

6. Évolutions

L'Institut national de la santé et de la recherche médicale (Inserm) a développé un modèle permettant d'estimer la surmortalité liée à la température (France entière). Ce modèle a été construit sur les années 1975-2003. Pendant la canicule du 11 au 28 juillet 2006, un excès de 2 065 décès a été observé. D'après le modèle [15], les températures enregistrées auraient dû conduire à une surmortalité de 6 452 décès. Il en a donc été observé 4 387 de moins que ce qui était attendu. Ce « déficit de surmortalité » peut être considéré comme une réduction de la vulnérabilité de la population aux vagues de chaleur, attribuable à la prise de conscience de la population des dangers de la chaleur depuis 2003, à la mise en place du système d'alerte et aux mesures du plan canicule. Il n'est cependant pas possible d'affirmer que le dispositif actuel est optimal et ne peut être amélioré pour réduire davantage l'impact sanitaire. Aussi, le Sacs est évalué régulièrement [7], en interne et plus ponctuellement en externe.

6.1. L'évaluation du système d'alerte

En externe, le Sacs a été évalué à deux reprises en 2004 et 2005 par un bureau d'étude, qui a examiné ses fondements scientifiques, ses qualités fonctionnelles, ses performances et son coût. Elle a permis d'améliorer les circuits d'information entre les partenaires du Sacs et la communication vers le grand public, d'organiser le suivi rétrospectif des alertes entre l'InVS et Météo-France, de mieux prendre en compte l'incertitude liée aux prévisions météorologiques et d'initier la réflexion sur la mise en place de méthodes communes à l'ensemble des Cire pour l'interprétation des évolutions des indicateurs sanitaires.

En interne, le groupe de travail InVS/Météo-France permet régulièrement de faire le point sur les seuils d'alerte météorologique, l'utilisation des prévisions ou encore la pertinence des stations météorologiques de référence. En 2009-2010, le regard critique porté sur le système a traité plus spécifiquement sur la révision des seuils d'alerte météorologiques et sur les indicateurs sanitaires permettant de suivre un éventuel impact de la chaleur (au cours d'une alerte et en fin de saison estivale) : choix d'indicateurs pertinents pour la mortalité et la morbidité et méthodes d'analyse statistique de ces indicateurs. À la fin de chaque saison estivale, un bilan est réalisé au niveau logistique, scientifique et informatique, par l'InVS national et les Cire. Il permet de déterminer les points forts et les points faibles du système et de dresser le bilan sanitaire d'une éventuelle vague de chaleur, en vue de mettre en place des améliorations pour l'été suivant.

6.2. La comparaison à l'international

Il faut souligner que lorsque le Sacs a été développé, il existait peu de connaissances sur les systèmes d'alerte canicule. Un atelier international, organisé en 2005 par l'InVS, a permis de comparer le Sacs avec ses équivalents étrangers et d'en tirer des axes d'amélioration.

Depuis, les différents systèmes existants en Europe ont été recensés par le projet Euroheat [16], avec la conclusion qu'il n'existait pas de « méthode de référence » pour la conception de tels systèmes.

Un exercice de comparaison sur les mêmes jeux de données (Chicago, Montréal, Madrid et Londres) de quatre types de systèmes d'alerte (synoptique aux États-Unis, moyennes de températures en France, température perçue en Allemagne, Humidex au Canada) a montré qu'il y avait peu de cohérence entre les jours considérés à risque par les différents systèmes, et que globalement le Sacs donnait de bons résultats [17]. Cette étude ne constitue pas une évaluation, mais confirme que les indicateurs du Sacs sont performants dans l'identification de jours associés à une surmortalité importante.

6.3. Le suivi du PNC

Le suivi du système d'alerte s'intègre dans celui du PNC réalisée chaque année par le Comité interministériel canicule (Cica), qui concerne essentiellement les actions mises en œuvre : ainsi la mise en place des pièces rafraîchies dans les maisons de retraite a été rapidement estimée à presque 100 %, tandis que ce chiffre peut encore être amélioré dans les hôpitaux. Par ailleurs les recommandations du PNC pour se protéger de la chaleur et protéger les personnes vulnérables semblent suivies par une large majorité de français de plus de 15 ans selon une étude de l'Institut national de prévention et d'éducation pour la santé (Inpes) [18].

Les réunions annuelles du Cica permettent de faire remonter les difficultés du terrain, et parfois la nécessité de mettre en place des évaluations ciblées.

Ainsi, à propos des pratiques en maison de retraite, le ministre chargé de la Santé a mis en place en 2009 l'Agence nationale d'appui à la performance des établissements de santé et médico-sociaux (Anap), chargée de faire le bilan de ce qui a été fait et évalué en rapport avec la canicule. À ce jour, ce projet n'a pas été mis en place.

Concernant les messages de prévention, l'Inpes fait régulièrement un retour sur leur actualisation, sur la qualité de leur relai par les médias et organismes à qui ils sont transmis, mais il n'y a pas d'information sur leur utilisation au niveau local. Concernant la carte de vigilance de Météo-France, une enquête du Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie (Credoc) avait mis en évidence qu'elle était connue par un très grand nombre de Français, mais sans précision relative aux messages canicule. Il serait intéressant de mettre en place des enquêtes permettant de savoir quelles sont les mesures connues et prises par les personnes lors d'une canicule, en particulier chez les personnes âgées qui sont les plus vulnérables, mais aussi chez les travailleurs en extérieur.

Parmi les mesures dont l'application relève de l'échelon local, la constitution de liste de personnes âgées et handicapées par les mairies est une obligation pour les communes de plus de 5 000 habitants. Cependant, il est difficile d'avoir des informations précises sur la mise en place de ce dispositif (nombre de personnes inscrites sur les listes, mise en œuvre des mesures par les mairies ou par délégation des associations qui doivent prendre contact avec les personnes inscrites et les assister si besoin).

Par ailleurs, les Agences régionales de santé (ARS) disposent de listes de personnes malades à haut risque vital (notamment pour les coupures électriques : dialyse, assistance respiratoire, etc.) et le Samu a une liste de patients remarquables repérés dès l'appel au standard. Mais l'assistance des personnes les plus vulnérables *via* les listes municipales reste un point à investiguer, et sans doute à améliorer.

En ce qui concerne l'application des mesures du plan canicule par les préfets lors d'une alerte, nous ne disposons que d'informations très parcellaires, concernant certaines réticences des préfets à déclencher le niveau Miga, soit pour des raisons de complexité administrative, soit par méconnaissance du fait que cela n'implique pas la mise en œuvre systématique de l'ensemble des mesures du plan, mais seulement de celles qui paraissent appropriées à la situation. Ces points mériteraient d'être approfondis par des enquêtes de terrain.

6.4. Les évolutions possibles du système d'alerte

En ce qui concerne le système d'alerte, un passage en revue des seuils météorologiques et des indicateurs sanitaires a été réalisé en 2009. Mais il n'y a eu qu'une seule canicule importante depuis celle d'août 2003, en juillet 2006, et deux épisodes de plus faible importance et sur un nombre de départements restreints, en juillet 2010 et août 2011. Le recul reste donc encore insuffisant pour évaluer si l'impact des vagues de chaleur sur la mortalité et la morbidité est différent depuis la mise en place du Sacs, même si des méthodes standardisées commencent à être mises en place pour cela et apporteront certains éléments de réponse. Par ailleurs, si les données météorologiques et de mortalité sont disponibles depuis plusieurs années, il n'en va pas de même pour la morbidité, dont l'historique des données est encore faible malgré la mise en place progressive du système d'information Sursaud® qui regroupe actuellement les données des associations SOS médecins et des services d'urgences hospitaliers.

L'efficacité d'un système d'alerte reposant en partie sur son acceptabilité, il ne paraît pas pertinent de chercher de nouveaux indicateurs météorologiques pour remplacer les indicateurs du Sacs qui sont désormais bien compris par les différents acteurs du système. De plus, différents indicateurs avaient déjà été testés en 2004 lors de la mise en place du système d'alerte, et avaient donné des résultats moins pertinents que l'indicateur reposant sur les températures minimales et maximales. Par ailleurs, la littérature ne permet pas de conclure à l'existence d'un indicateur météorologique plus sensible que la température pour caractériser l'impact d'une vague de chaleur sur la santé. En particulier, l'introduction de l'humidité dans les modèles températures – mortalité n'apporte pas de bénéfices particuliers, que ce soit sous la forme d'un terme indépendant, ou sous la forme d'un indicateur mixte température-humidité tel que la température apparente [19]. Mais l'évolution probable des caractéristiques des prochaines vagues de chaleur, avec en particulier une humidité plus importante (http://www.ipcc.ch/publications_and_data/ar4/wg1/en/ch3s3-4-2-1.html), entraînera peut-être une évolution du système d'alerte.

Les notions de sensibilité et de spécificité ont été introduites dans le Sacs pour aider au choix d'un indicateur. Ces notions sont traditionnellement appliquées à des tests cliniques, pour lesquels les événements sont reproductibles. Or, les futures vagues de chaleur seront sans doute différentes des anciennes, de par leurs caractéristiques météorologiques propres et de par leur impact potentiel lié à l'évolution des modes de vie ou à l'évolution démographique entraînant une plus grande vulnérabilité de la population. Les indications données par la sensibilité et la spécificité sont donc à interpréter avec précaution et sont une simple indication des performances rétrospectives du système. Elles ne permettent pas de juger de ses performances futures.

Onze des 12 années de la période 1995-2006 font parties des 12 années les plus chaudes depuis 1850. Dans les années à venir, du fait du réchauffement climatique, les seuils seront probablement atteints plus fréquemment et donc pourront conduire à des propositions d'alerte plus fréquentes.

Ainsi, sans réduction des émissions de gaz à effet de serre, le nombre de jours avec des températures supérieures à 30 °C en France pourrait égaler celui qui est actuellement observé en Espagne ou en Sicile [20].

Les impacts sanitaires des futures vagues de chaleur ne seront pas forcément les mêmes que par le passé : un évènement identique, de même intensité et survenant à la même période et au même endroit qu'un évènement passé aura des conséquences différentes, en fonction des changements qui auront eu lieu dans la société, en particulier :

- l'évolution du système de soins ;
- l'adaptation à la chaleur *via* des moyens techniques [21] : climatisation, amélioration de la ventilation des bâtiments (puits canadiens, etc.), amélioration de l'isolation des bâtiments, revêtements à fort pouvoir réfléchissant, adaptation de l'urbanisme (espaces verts, forme urbaine adaptée) ;
- le changement des comportements face à la chaleur. Il pourra être nécessaire de relever les seuils si la population s'adapte à la chaleur. Cependant, si une adaptation physiologique a été constatée pour des personnes en bonne santé après un entraînement approprié à la chaleur, ce n'est pas possible pour des personnes âgées, qui sont les plus vulnérables à la chaleur. D'autre part, des études ont montré que l'impact de la température sur la mortalité avait diminué entre les années 1950 et 1990, probablement grâce à des adaptations technologiques, structurelles et biologiques. Mais il aurait fallu plus de vagues de chaleur récentes pour voir si cette diminution de la vulnérabilité s'est poursuivie au cours des dernières années ;
- l'urbanisation grandissante, sachant que la mortalité est plus importante dans les grandes agglomérations qu'en zone rurale, en particulier du fait des îlots de chaleur urbains [22]. Le réchauffement climatique, surtout l'augmentation des températures nocturnes, pourrait faire doubler en moins de 20 ans la mortalité attribuable à la chaleur dans les grandes agglomérations [23] ;
- l'évolution démographique : accroissement de la population, surtout la part des personnes âgées qui sont les plus vulnérables. En 2003, les personnes de plus de 75 ans représentaient 8,8 % de la population française, et ce chiffre pourrait s'élever à 15,6 % en 2050 selon les projections de l'Insee (http://www.insee.fr/fr/themes/document.asp?ref_id=ip1089).

Ainsi, la question de l'adaptation de la population ne peut se résoudre simplement, et nécessitera plusieurs études pour documenter les actions mises en place, et leur impact sur la relation température-mortalité.

En conclusion, et même si l'analyse de l'impact sanitaire de la vague de chaleur de juillet 2006 a montré une surmortalité plus faible que l'attendu, il reste nécessaire de poursuivre et d'adapter la prévention aux populations les plus touchées par la chaleur. L'amélioration du Sacs pour optimiser la prise de décision et mieux évaluer l'impact sanitaire, *via* la surveillance des indicateurs de santé, va dans ce sens ; mais elle n'est pas dissociable d'une évaluation et d'une amélioration constante des mesures mises en œuvre en cas d'alerte, et sur le long terme.

Remerciements. Les auteurs remercient Agnès Guillet (InVS) pour la réalisation de la cartographie de la figure 3.

Références bibliographiques

- [1] Hemon D, Jouglu E. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003. Suivi de la mortalité (21 août - 31 décembre 2003). Causes médicales des décès (1 - 20 août 2003). Villejuif, France: Inserm; 2004. 76 p. [consulté le 03/05/2011].
Disponible à partir de l'URL : http://www.inserm.fr/content/download/1435/13095/file/canicule_octobre2004.pdf
- [2] Hémon D, Jouglu E. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003 - rapport d'étape. Estimation de la surmortalité et principales caractéristiques épidémiologiques. Villejuif, France: Inserm; 2003. 29 p. [consulté le 03/05/2011].
Disponible à partir de l'URL : http://www.cepidc.inserm.fr/inserm/html/pdf/rapport_canicule_03.pdf
- [3] Lorente C, Sérazin C, Salines G, Adonias G, Gourvellec G, Lauzeille D, et al. Étude des facteurs de risque de décès des personnes âgées résidant en établissement durant la vague de chaleur d'août 2003. Saint-Maurice, France: Institut de veille sanitaire; 2005. 143 p. [consulté le 03/05/2011].
Disponible à partir de l'URL :
http://www.invs.sante.fr/publications/2005/canicule_etablissement/rapport.doc
http://www.invs.sante.fr/publications/2005/canicule_etablissement/annexes.doc
- [4] Bretin P, Vandentorren S, Zeghnoun A, Ledrans M. Étude des facteurs de décès des personnes âgées résidant à domicile durant la vague de chaleur d'août 2003 [in French]. Saint-Maurice (France): Institut de veille sanitaire; 2005. 165 p. [consulté le 03/05/2011].
Disponible à partir de l'URL : http://www.invs.sante.fr/publications/2004/chaleur2003_170904/rapport_canicule.pdf
- [5] Cassadou S, Chardon B, D'Helf M, Declercq B, Eilstein D, Fabre P, et al. Vague de chaleur de l'été 2003 : relations entre températures, pollution atmosphérique et mortalité dans neuf villes françaises. Rapport d'étude [in French]. Saint-Maurice, France: Institut de veille sanitaire; 2004. 44 p. [consulté le 03/05/1 A.D.].
Disponible à partir de l'URL : http://www.invs.sante.fr/publications/2004/psas9_070904/rapport.pdf
- [6] Hémon D, Jouglu E, Clavel J, Laurent F, Bellec S, Pavillon G. Surmortalité liée à la canicule d'août 2003 en France. Bull Epidémiol Hebd [Internet] 2003 [consulté le 07/02/2011];(45-46):221-225.
Disponible à partir de l'URL:http://www.invs.sante.fr/beh/2003/45_46/beh_45_46_2003.pdf
- [7] Laaidi K, Pascal M, Bérat B, Strauss B, Ledrans M, Empereur-Bissonnet P. Système d'alerte canicule et santé 2006 (Sacs 2006) - Rapport opérationnel. Saint-Maurice, France: Institut de veille sanitaire; 2006. 46 p. [consulté le 03/05/2011].
Disponible à partir de l'URL : http://www.invs.sante.fr/publications/2006/sacs_2006/sacs2006.pdf
- [8] Pascal M, Laaidi K, Ledrans M, Baffert E, Caserio-Schonemann C, Le Tertre A, et al. France's heat health watch warning system. Int J Biometeorol 2006 50(3):144-153.

- [9] Laaidi K, Pascal M, Ledrans M, Le Tertre A., Medina S, Caserio-Schonemann C, et al. Système d'alerte canicule et santé 2004 (Sacs 2004). Rapport opérationnel. Saint-Maurice, France: Institut de veille sanitaire; 2004. 34 p. [consulté le 17/02/2012].
Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Climat-et-sante/Chaleur-et-sante/Publications>
- [10] Laaidi K, Pascal M, Baffert E, Strauss B, Ledrans M, Empereur-Bissonnet P. Système d'alerte canicule et santé 2005 (Sacs 2005). Rapport opérationnel. Saint-Maurice, France: Institut de veille sanitaire; 2005. 52 p.
Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Climat-et-sante/Chaleur-et-sante/Publications>
- [11] Delarozière J, San Marco J. Surmortalité lors des vagues de chaleur estivale à Marseille chez les personnes de plus de 65 ans. Comparaison avant et après une intervention préventive. Presse Médicale 2004 33(1):13-16.
- [12] Pascal M, Laaidi K, Ung A, Beaudeau P. Méthodes d'analyse de l'impact sanitaire des vagues de chaleur : suivi en temps réel, estimation a posteriori. Saint-Maurice, France: Institut de veille sanitaire; 2011. 48 p.
Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr/Dossiers-thematiques/Environnement-et-sante/Climat-et-sante/Chaleur-et-sante/Publications>
- [13] Ostro BD, Roth LA, Green RS, Basu R. Estimating the mortality effect of the July 2006 California heat wave. Environ Res 2009 109(5):614-619.
- [14] LeTertre 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 17(1):75-79.
- [15] Fouillet A, Rey G, Wagner V, Laaidi K, Empereur-Bissonnet P, Le Tertre A, et al. Has the impact of heat waves on mortality changed in France since the European heat wave of summer 2003? A study of the 2006 heat wave. Int J Epidemiol 2008 37(2):309-317.
- [16] WHO Regional Office for Europe. Improving public health responses to extreme weather/heat-waves – EuroHEAT. Copenhagen, Danemark: World Health Organization; 2009. 70 p. [consulté le 12/09/2011].
Disponible à partir de l'URL : http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0010/95914/E92474.pdf
- [17] Hajat S, Sheridan SC, Allen MJ, Pascal M, Laaidi K, Yagouti A, et al. Heat-health warning systems: a comparison of the predictive capacity of different approaches to identifying dangerously hot days. Am J Public Health 2010 100(6):1137-1144.
- [18] Léon C, Girard D, Ardwise P, Guilbert P. Comportements préventifs des Français et impact des campagnes de prévention durant la canicule 2006. Evolutions [Internet] [7], 1-6. 2007. 27-9-2011.
Disponible à partir de l'URL : <http://www.inpes.sante.fr/CFESBases/catalogue/pdf/1048.pdf>
- [19] Barnett AG, Tong S, Clements AC. What measure of temperature is the best predictor of mortality? Environ Res 2010 110(6):604-611.
- [20] Beniston M, Stephenson DB, Christensen OB, Ferro CAT, Frei C, Goyette S, et al. Future extreme events in European climate: an exploration of regional climate model projections. Climate Change 2007 8171-95.

- [21] IAU. Les îlots de chaleur urbains; L'adaptation de la ville aux chaleurs urbaines. Paris: Institut d'aménagement et d'urbanisme d'île-de-France; 2010. 78 p. [consulté le 29/08/2011].
Disponible à partir de l'URL : http://www.iau-idf.fr/fileadmin/Etudes/etude_761/les_ilots_de_chaleur_urbains_Adaptation_de_la_ville_aux_chaleurs_urbaines.pdf
- [22] Dousset B, Gourmelon F, Giraudet E, Laaidi K, Zeghnoun A, Bretin P, et al. Évolution climatique et canicule en milieu urbain. Apport de la télédétection à l'anticipation et à la gestion de l'impact sanitaire. 2011. 82 p. [consulté le 29/08/2011].
Disponible à partir de l'URL : http://www.invs.sante.fr/content/download/14806/84540/version/1/file/rapport_final_canicule.pdf
- [23] Kalkstein LS, Greene JS. An evaluation of climate/mortality relationships in large U.S. cities and the possible impacts of a climate change. Environ Health Perspect 1997 105(1):84-93.

Système d'alerte canicule et santé : principes, fondements et évaluation

Le système d'alerte canicule et santé (Sacs) a été mis en place au début de l'été 2004. Il utilise des prévisions d'indicateurs météorologiques pour des alertes canicules activant une réponse définie dans le cadre du Plan national canicule (PNC). Un système de surveillance syndromique permet de suivre à J+1 l'impact sanitaire potentiel d'une vague de chaleur.

Au cours des années, le Sacs a été évalué en interne et en externe et a fait l'objet d'améliorations logistiques et scientifiques.

Ce rapport présente les principes du Sacs, les principales étapes de sa construction et de son évaluation, et fait le bilan des indicateurs météorologiques et sanitaires suivis de 2004 à 2011.

Les limites et perspectives du système sont évoquées, en particulier ses possibilités d'évolution dans le cadre du changement climatique, de l'évolution démographique et des pratiques de soins et de santé publique, ainsi que des changements des comportements des personnes depuis la vague de chaleur d'août 2003 puis la mise en place du PNC.

Mots clés : canicule, système d'alerte, indicateurs, biométéorologie, surveillance syndromique, évaluation, France

The French Heat Health Watch Warning System: principles, basis and evaluation

The Heat Health Watch Warning System (HHWWS) was implemented at the beginning of summer 2004. It is based on forecasts of biometeorological indicators for heat wave alerts that activate a defined answer in the framework of the National Heatwave Plan. A syndromic surveillance system enables to follow at day+1 the possible health impact of a heat wave.

Throughout the years, the HHWWS has been assessed inside our Institute and by exterior organizations. Logistical and scientific improvements were brought.

This report presents the principles of the HHWWS, the main steps of its implementation and assessment, and it summarizes the meteorological and health indicators followed from 2004 to 2011.

The limits and perspectives of the system are mentioned, in particular the possibilities of evolution in the framework of climate change, demographical, public health and health care system changes, as well as changes in people behaviour since the 2003 heatwave and the setting up of the National Plan for heatwaves.

Citation suggérée :

Laaidi K, Ung A, Wagner V, Beaudeau P, Pascal M. Système d'alerte canicule et santé : principes, fondements et évaluation. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2012. 19 p. Disponible à partir de l'URL : <http://www.invs.sante.fr>