

## **ANNEXE 6**

### **DOCUMENTS REMIS A L'APPUI DE L'AUDITION DE**

**M. Jean-Pierre Besancenot**, directeur de recherche au CNRS, chargé d'un enseignement de climatologie à la faculté de médecine de Dijon

**M. Jean-Louis San Marco**, gérontologue, chef du laboratoire de santé publique de la faculté de Marseille

Santé Publique 1992, 4e année, no 7, pp 58-64

## La vague de chaleur de juillet 1983 à Marseille. Enquête sur la surmortalité - essai de prévention

Thirion X. (1), Simonet J. (2), Serradimigni F. (2), Dalmas N. (1),  
Simonin R. (3), Morange S. (1), Sambuc R. (1), San Marco J.L. (1).

(1) Faculté de Médecine. Laboratoire de santé publique. 27, bd Jean-Moulin Marseille.

(2) Hôpital de la Timone. Service de médecine interne et de santé publique.

(3) Hôpital de la Timone. Clinique médicale A. 1 ch de l'Armée d'Afrique. Marseille.

### Résumé :

Pendant les dix derniers jours du mois de juillet 1983, la mortalité a plus que doublé à Marseille. Passant de 273 décès en moyenne au cours des quatre années précédentes à 573 décès en 1983.

Cette surmortalité a touché plus les femmes que les hommes (augmentation respective de 162 % et 67 %) mais elle a surtout frappé les personnes âgées.

Ceci a coïncidé avec une vague de chaleur sans précédent depuis qu'on enregistre les températures.

Un faisceau d'arguments concordants permet d'évoquer une relation causale entre les deux phénomènes avec un fort coefficient de probabilité.

Les auteurs analysent les faits et leurs rapports entre eux, ils tentent d'établir un profil de risque et proposent un moyen de prévention.

Mots-clés : Chaleur, Personne âgée, Mortalité, Prévention, Etude comparée, Facteur de risque.

Le jeudi 22 juillet 1983, les services d'urgence des hôpitaux de Marseille ont été submergés ; le nombre de patients a été multiplié par trois, beaucoup d'entre eux présentaient un tableau évoquant un syndrome infectieux (fièvre à 39-40°, tachycardie, dyspnée artificielle, signes cliniques de déshydratation).

On a craint une épidémie, et évoqué une légionellose. Plus de 100 prélèvements ont été réalisés, tous ont été négatifs. L'âge des patients montrait une prédominance de sujets âgés. Aucun signe biologique ne permettait de rattacher ces cas à une cause connue. La létalité était lourde et rapide malgré réhydratation et traitement antithermique.

Deux jours plus tard, toutes les hypothèses infectieuses ayant été éliminées les autorités médicales ont retenu l'hypothèse d'une surmortalité liée à la vague de chaleur. En effet, du 22 au 31 juillet, une vague de chaleur exceptionnelle a été enregistrée.

Tous les patients hyperthermiques ont reçu un traitement symptomatique rafraîchissant, bains frais, perfusions refroidies. A partir du samedi 24 juillet plus aucune mort n'est enregistrée au service des urgences.

Une étude épidémiologique est déclenchée, pour tenter de comprendre ce qui s'était passé, et avec comme objectif second de mettre sur pied une prévention efficace. On ne dispose au départ d'aucune information contrôlée sinon que deux phénomènes simultanés sont survenus à Marseille, une vague de chaleur et une vague de surmortalité.

## MATÉRIEL ET MÉTHODES

### 1. Les sources d'information

#### 1.1. Les informations météorologiques

Les informations météorologiques sont fournies par le centre de météorologie nationale de Marignane. Nous avons obtenu le relevé quotidien des températures extrêmes (maximale et minimale) et des températures à 6, 12 et 18 heures T.U. La température moyenne est la demi-somme des températures minimale et maximale. Ceci a été obtenu pour les principales villes de la région (Marseille, Aix, Aubagne, Carpentras, Orange, Istres et Salon) pendant tout l'été de l'année 1983 et pendant la même période sur les quatre années précédentes.

La chaleur estivale est une des caractéristiques de la Provence. On parle de jour chaud quand la température maximale sous abri atteint 25° et on retrouve une telle température tous les étés dans notre région.

Pour qu'un jour soit classé très chaud, il faut que la température maximale sous abri soit égale ou supérieure à 30°.

#### 1.2. Les informations sur la mortalité

A Marseille, nous avons obtenu les renseignements de l'Assistance Publique et des hôpitaux privés, et les services de la ville ont activement collaboré (Bureau municipal d'hygiène et Service de l'état civil).

Dans le reste du département comme dans les départements limitrophes, nous n'avons obtenu que des renseignements parcellaires et totalement insuffisants.

La taille de la ville et l'exhaustivité des renseignements la concernant nous ont amenés à focaliser notre étude sur la ville de Marseille.

#### 1.3. Les données de l'INSEE

D'après les données de l'INSEE, la mortalité moyenne à Marseille varie peu. Elle montre une lente diminution séculaire avec de très faibles variations saisonnières.

Depuis 25 ans, on meurt plus en décembre-janvier avec un minimum en août. Pendant les quatre ans de 1979 à 1982, il est mort environ 27 personnes par jour pendant les dix derniers jours de juillet ; la mortalité attendue pendant les jours correspondants en 1983 aurait dû être proche de 273 décès.

#### 1.4. Les relevés de décès de l'état civil de la ville de Marseille

Ils permettent une étude exhaustive. Ils signalent le sexe, l'âge et la date exacte du décès mais ne donnent aucune information quant à la cause du décès. Nous avons pu faire une étude précise de l'évolution quotidienne de la mortalité selon le sexe, l'âge, mais sans information sur la cause de ces morts.

## RÉSULTATS

### 1. La température

La vague de chaleur de juillet 1983 est la plus sévère enregistrée depuis 1882, date des premiers relevés, elle a duré du 22 au 31 juillet.

C'est la basse vallée du Rhône au sud d'Orange et toute la Provence de la rive gauche du Rhône jusqu'à St-Raphaël qui est la zone atteinte.

#### 1.1. Température maximale

On note dans toutes les villes 31 jours chauds. En juillet le nombre de jours très chauds qui était de 7 à 16 dans les quatre années précédentes, a été de 24 à Marignane et de 29 à Carpentras.

A partir du 22 juillet, on entre dans la vague de chaleur ; à Marseille (tableau I) maximales à 40°6 le 26 et encore 37°5 le 31.

Les autres villes ont des maximales identiques autour de 40° et même 41°6 à Carpentras.

Tableau 1 : Les températures de juillet à Marseille

Températures	1978-1981	1982	1983	22-31/7/83
Maximales	28°8	31°8	33°7	37°3
Minimales	18°6	21°5	21°8	24°4
Moyennes	22°5	26°5	27°7	30°8

### 1.2. Température minimale

Contrairement à l'uniformité des températures maximales, les minimales permettent d'opposer deux zones.

Autour de Marseille (Aix, Aubagne et Marignane) elles sont franchement élevées, de 22° à 28°, alors que dans la vallée du Rhône comme sur la côte varoise les températures minimales sont beaucoup plus faibles, autour de 17 donnant des différences de températures de plus de 20° dans la journée (22°4 à Orange, 24°8 à Carpentras au maximum).

### 1.3. Température moyenne

Elle exprime le poids de la vague de chaleur dans la région de Marseille. Elle a été supérieure à 30° pendant toute la vague. Elle n'a atteint cette valeur que pendant deux jours à Orange, un seul à Carpentras.

## 2. La mortalité au cours des dix derniers jours de juillet 1983

### 2.1. La mortalité

Du 22 au 31 juillet, 573 personnes sont mortes, soit une augmentation de 110 %. Cette surmortalité a touché les deux sexes, mais de façon inégale : 321 femmes et 252 hommes, elle a surtout frappé les personnes âgées.

Le tableau II montre l'augmentation de la mortalité chez les personnes de plus de 60 ans. Le test du  $\chi^2$  pratiqué pour l'ensemble de la population comme pour chaque sous-population rejette l'hypothèse nulle d'une variation non significative de la mortalité sur les périodes homologues des cinq années considérées. La variation n'est toutefois pas significative pour le groupe d'hommes de moins de 60 ans. L'augmentation, de 115 % chez les femmes de plus de 60 ans, passe à 205 % après 70 ans.

A cette surmortalité massive des dix derniers jours de juillet s'est associée une augmentation de la mortalité pendant tout l'été 1983. La mortalité estivale pendant les mois chauds des quatre années précédentes laissant attendre environ 3 300 décès : il y en a eu 3 871 (soit une augmentation de 15 % ( $p < 0,05$ )).

#### 2.1.1. Les fiches d'admission aux urgences

Les services des urgences ont été submergés, jusqu'à 200 patients par 24 heures à la Timone, et plus de 150 patients ont été hospitalisés pour hyperthermie, déshydratation et coup de chaleur entre le jeudi 22 juillet et le dimanche 25 juillet (en moyenne de 90 à 100 personnes se présentent par 24 heures au service des urgences de la Timone).

#### 2.1.2. Les certificats de décès

Sur les 573 morts, la responsabilité de la chaleur ne peut être retenue que pour 51 patients : 26 décès par hyperthermie, 23 par déshydratation et 2 par coup de chaleur.

### 2.1.3. La mortalité dans les autres villes de la région

Nous n'avons réussi à obtenir que des résultats fragmentaires. Nous avons essayé de connaître la mortalité quotidienne à Carpentras et à St-Raphaël qui avaient présenté des températures maximales les plus élevées.

Les hôpitaux de ces deux villes n'ont noté aucune modification dans l'affluence, aucune augmentation de morbidité, aucune variation de mortalité. Les services d'état civil de ces deux villes ne nous ont donné qu'un bilan mensuel de mortalité en insistant sur l'absence de modification par rapport aux années précédentes.

Tableau II : Les décès à Marseille du 22 au 31 juillet 1979 à 1983

	1979	1980	1981	1982	1983	Test du Khi 2
TOUS	268	287	247	290	573	p < 0,001
Hommes	142	171	142	149	252	p < 0,001
< 60 ans	35	56	54	53	63	N.S.
> 60 ans	107	115	88	96	189	p < 0,001
Femmes	126	116	107	141	321	p < 0,001
< 60 ans	26	21	16	31	30	p < 0,05
> 60 ans	100	95	91	110	291	p < 0,001

## DISCUSSION

### 1. Les relations chaleur-mortalité

Sur le plan du raisonnement épidémiologique, la situation de pure observation où nous nous sommes trouvés ne permet pas à elle seule d'affirmer une relation de causalité. Mais les liens sont nombreux.

#### 1.1. Les arguments positifs

##### 1.1.1. Les arguments épidémiologiques

###### - Les caractères extrêmes

D'une part, les températures chaudes pendant tout le mois, très chaudes pendant 24 jours, ont été torrides pendant 10 jours ; jamais une telle température n'avait été enregistrée, jamais une température élevée n'avait duré si longtemps. D'autre part de tels chiffres de morts quotidiens n'avaient jamais été enregistrés. Aucun épisode naturel ou non n'avait entraîné une telle mortalité. On ne peut pas ne pas rapprocher les deux phénomènes de par leur importance.

###### - Le parallélisme chaleur-mortalité

Pour la ville de Marseille la vague de chaleur dura du 22 au 31 juillet et la mortalité monta régulièrement jusqu'au maximum de 88 morts le 27 juillet. Ce pic est survenu à l'acmé de la chaleur (températures maximale et minimale atteignant leur plus haute valeur le 26).

Si la relation est évidente à Marseille, on est surpris de voir que des villes comme Carpentras ou St-Raphaël n'ont enregistré, malgré leur pic thermique aucune morbidité supplémentaire, et pas de modification de la mortalité.

C'est dans la zone où la température nocturne minimale est restée la plus élevée que la mortalité s'est élevée et c'est avec la température moyenne (demi-somme des températures maximale et minimale) que le lien est le plus net (figure 1). Le coefficient de corrélation de Spearman est de 0,66 (p < 0,01).

###### - Les phénomènes identiques dans la littérature

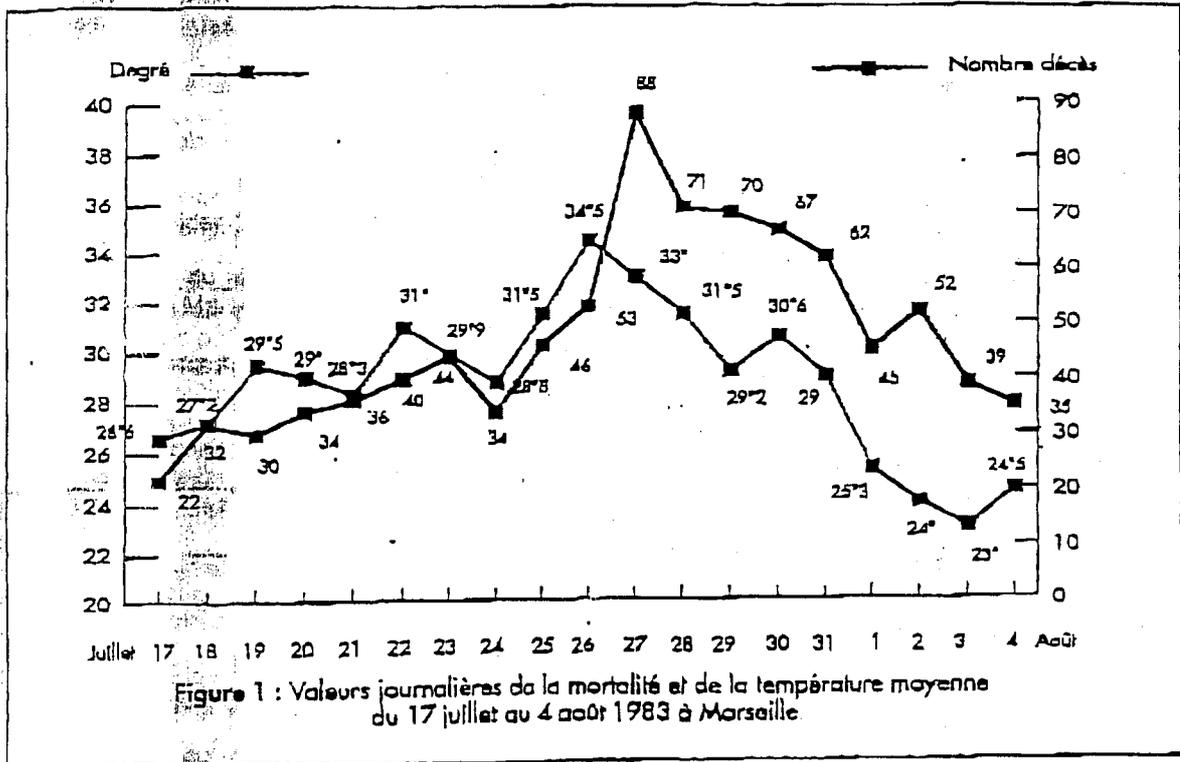
Des vagues de chaleur ont été décrites entraînant une surmortalité importante dans les villes du Sud et de l'Ouest des Etats-Unis (1, 3) mais également à New York (2).

- Les épisodes identiques du passé à Marseille

Deux épisodes du même ordre, moins dramatiques et de ce fait passés inaperçus sont survenus en 1971 et 1982 à Marseille.

En août 1971, dix jours de température moyenne de 24°7 ont entraîné 54 morts de plus que le chiffre attendu.

En juillet 1982, vingt jours de température moyenne à 26°6 ont entraîné 124 décès «supplémentaires».



Il faut insister sur le lien étroit entre surmortalité et élévation de la température moyenne alors qu'on ne retrouve pas la même relation entre mortalité et température maximale.

Ces deux épisodes ont un double intérêt, d'une part, ils nous permettent de sortir de la simple description d'un phénomène dramatique pour entrer dans une étude quasi expérimentale. La reproduction du même phénomène entraîne, chaque fois la même conséquence. En outre, il existe un certain degré de proportionnalité entre l'élévation de la chaleur et le nombre de morts.

D'autre part, ces épisodes antérieurs font disparaître le caractère unique de l'accident de juillet 1983. Exceptionnel, il l'est seulement par son importance mais il a été précédé et il peut être suivi d'épisodes identiques et de morts identiques.

Ceci impose de mettre sur pied un système d'alerte pour tenter de prévenir la répétition de cette mortalité de personnes âgées quelle que soit l'importance des prochaines chaleurs estivales.

1.1.2. Les arguments physiologiques

- L'âge des victimes

C'est parmi les personnes âgées qu'on a retrouvé le plus grand nombre de victimes. A partir de 60 ans on note une augmentation dans les deux sexes (480 au lieu de 203 soit une augmentation de 2.3).

Mais cette augmentation est plus nette chez les femmes (X 2,9) que chez les hommes (X 1,8) (tableau-II).

Les personnes âgées se défendent mal contre toute agression extérieure (2, 9) et il est très difficile de se défendre contre la chaleur (4, 6, 7, 8).

Les nouveaux-nés sont eux aussi exposés en cas de forte chaleur. Nous n'avons noté aucune variation de mortalité dans cette tranche d'âge, ce qui s'explique sans doute par le bon niveau d'information des mères de famille dans notre région.

- Le coup de chaleur s'explique par une défaillance des mécanismes de thermolyse (4, 6, 7, 10). La durée de la vague de chaleur, l'importance des températures maximales, l'absence de rafraîchissement nocturne ont vraisemblablement concouru à cette défaillance dans la population la plus âgée.

### 1.1.3. L'argument thérapeutique

La confirmation absolue viendra lors des épisodes ultérieurs, de la suppression de la surmortalité. Si une prévention efficace est instaurée, ceci implique que c'est bien la chaleur qui est la cause de la mortalité, que l'on dispose d'un moyen efficace de protéger les sujets, et que l'information est transmise efficacement vers la population cible.

### 1.2. Les informations manquantes

Nous ne disposons pas de l'ensemble des informations concernant cette période. Pour l'hygrométrie nous n'avons eu qu'un relevé moyen quotidien, il n'a montré aucune modification par rapport aux jours qui ont précédé et suivi, ni par rapport aux mêmes périodes les années précédentes. Les vents ont été quasi nuls et nous n'avons retrouvé aucun marqueur d'une éventuelle pollution atmosphérique.

### 1.3. Les arguments négatifs

Si la surmortalité est indiscutable, elle pourrait avoir d'autres causes. Une épidémie infectieuse par exemple avec hyperthermie et le tableau clinique chez de nombreux sujets âgés ne permettrait pas de poser de diagnostic étiologique précis. Une légionellose suspectée devant les conditions climatiques favorables à son développement a été recherchée. Plus de 100 prélèvements sur divers milieux ont été analysés. Ils étaient tous négatifs. Aucun autre agent infectieux n'a été retrouvé.

## LE SYSTÈME DE PRÉVENTION

La lourde létalité observée incite à promouvoir plutôt une prévention qu'une attitude curative (5, 11, 12). C'est sur la température cutanée qu'il faut agir plutôt que de tenter de réduire la température centrale. Les bains d'eau fraîche et la perfusion de soluté à 4° sont possibles. C'est une thérapeutique brutale et peu efficace parce que trop tardive.

A la différence de ce qui se passe lors des vagues de froid, il est illusoire d'envisager d'isoler les personnes âgées de l'agent causal. On préconise aux Etats-Unis, la diffusion des climatiseurs, mais ceci est très loin des possibilités et des préoccupations de notre population de personnes âgées (3).

C'est la sudation, et plus particulièrement l'évaporation de la sueur qui est le meilleur moyen de défense contre la chaleur. Il faut conseiller aux plus exposés de conserver une peau humide (4).

La solution la plus simple et la plus efficace consiste en une vaporisation d'eau sur toutes les parties découvertes : visage, cou, membres. Une solution de remplacement consiste à passer un linge humide sur les mêmes parties du corps. Il est inutile de proposer douche ou bain à température modérée, c'est un moyen encore plus efficace mais les personnes âgées s'en éloignent d'autant plus qu'elles vieillissent et qu'elles en auraient plus besoin.

Refroidir l'atmosphère par un ventilateur, qui accélérerait l'évaporation serait également une bonne solution, cependant les personnes âgées ont trop appris à se méfier des courants d'air pour qu'on puisse espérer les voir changer leurs habitudes.

Pour toute la population, éviter l'exposition au soleil, essayer de rafraîchir l'atmosphère (fermer fenêtres et persiennes exposées au soleil, arroser terrasse et balcon).

### 1. Description du système d'alerte prévention

Les températures des jours à venir peuvent être prévues avec une grande précision pour les trois jours qui suivent. Des trois épisodes que nous avons étudiés (les vagues de chaleur de 1971 et 1982, avant celle de 1983) nous avons pu conclure qu'on entre dans une zone dangereuse.

- lorsque la température maximale atteint ou dépasse 35°,
- et qu'elle survient après une nuit où il a fait 22° ou plus.

Il semble que le danger survient lorsque de telles conditions persistent plus de deux jours de suite.

Il est vraisemblable que les températures des jours précédents jouent également un rôle et qu'un pic thermique isolé est moins dangereux qu'une lente croissance mais tant que nous ne disposons pas de modèle plus affiné, nous préférons déclencher l'alerte dès que les températures indiquées sont atteintes.

### 2. Le fonctionnement du système

Dès que les températures -seuils sont prévues le centre de météorologie de Marignane le signale au laboratoire de santé publique de la faculté de médecine. Celui-ci dispose de deux relais :

- le Comité départemental d'éducation pour la santé,
- le service de presse de l'Assistance Publique à Marseille.

Ceux-ci transmettent l'information aux médias qui lancent alors leurs messages. Les journaux quotidiens locaux retransmettent un message standard attirant l'attention des personnes âgées et de leur entourage et indiquant les gestes de prévention. En début d'alerte, ils ajoutent un article de fond. Les radios locales (Radio France, RMC, FM) et la télévision retransmettent conseils et interviews.

Le Bureau d'aide sociale a diffusé depuis 1984 plus de 1 000 000 plaquettes indiquant les précautions à suivre.

Depuis l'été 1990, la CPAM s'est associée à cette campagne en adressant une lettre à tous ses assurés pour relayer le message.

Un livret d'informations a été distribué à tous les médecins du département relatant l'accident de 1983 et les moyens de prévention.

### 3. Les conseils sont simples

- . Pour les nouveau-nés : un biberon d'eau fraîche s'il est chaud et/ou rouge et/ou grognon.
- . Pour les adultes : boire régulièrement.
- . Pour les personnes âgées : vaporisation d'eau sur les parties découvertes, ou linge humide à passer sur les mêmes parties, à renouveler toutes les 1/2 heures.
- Pour tous les adultes : retransmettre l'information à leurs parents et proches âgés de plus de 80 ans.

### CONCLUSION

Cet épisode souligne les limites rencontrées dans certaines actions de santé publique où on se sent forcé d'agir avant d'avoir une preuve absolue mais devant de fortes présomptions. Dans ce cas notre décision a été prise devant la certitude que les précautions proposées ne pouvaient entraîner le moindre risque. Notre action devrait aboutir à renforcer le contact entre personnes âgées et leurs proches pendant les jours chauds d'été.

De 1986 à 1990, on a retrouvé tous les ans quelques jours dangereux mais aucune vague de chaleur ne s'est abattue sur notre région.

Il reste maintenant à évaluer cette action de santé publique en établissant le rapport exact entre surmortalité et élévation thermique et en mesurant la modification dans la valeur de ce lien qu'introduit la diffusion d'une information efficace.

#### *Remerciements*

*Enquête réalisée grâce à des crédits régionalisés de prévention (DRASS) sous l'égide de l'Observatoire Régional d'Epidémiologie de la Région PACA (OREP).*

#### **Bibliographie**

1. Applegate WB, Runyan JW, Brasfield L, Williams ML, Konigsberg C, Fouche C. Analysis of the 1980 heatwave in Memphis, J Am Geriatr Soc 1981, 29: 337-42.
2. Ellis FP, Nelson F. Mortality in the elderly in a headstroke in New York city, Env Res 1978; 15:504-12.
3. Jones TS, Liang AP, Kilbourne EM, et al. Morbidity and mortality associated with the July 1980 heatwave in St Louis and Kansas City. JAMA 1982;247 (24): 3327-31.
4. Koster KG, Ellis FP, Dore C, Exton-Smith AN, Weiner JS. Sweat responses in the aged. Age and ageing 1976;5: 91 -101.
5. Khogali M, Weiner JS. Heatstroke: report on 18 cases. Lancet 1980 i:276-8.
6. Levine JA. Heatstroke in the aged. Am J Med 1969; 47:251-8.
7. Martinez BF, Annett JL, Kilbourne EM, Kirk ML, Lui KJ, Smith SM. Geographic distribution of heat-related deaths among elderly persons; use of county-level dot maps for injury surveillance and epidemiologic research. JAMA 1989;262, 16:22,46
8. Pfitzenmeyer P, Bonnotte B, Tavernier B, Gaudet M. Coup de chaleur chez le sujet âgé. Presse Med 1990; 19:871-2.
9. Stine RJ. Heat illness. J Am coll Emerg Physicians 1 979;8/4:154-60.
10. Tucker LE, Stanford J, Graves B, Swetnam J, Hamburger S, Anwar A. Classical heatstroke clinical and laboratory assessment. South Med. 1985;78(1):20-5.
11. Vicario SJ, Okabajue R, Haltom T. Rapid cooling in classic heatstroke: effect on mortality rates. Am J Emerg Med 1 986;4(5):39-43.
12. Weiner JS, Khogali M. A physiological body-cooling unit for treatment of heatstroke. Lancet 1980; i:507-9.

**Evaluer et réduire la mortalité liée à la chaleur  
des personnes âgées**

*Evaluation and reduction of heat related deaths in elderly*

Jean Christophe DELAROZIERE<sup>1</sup>, Jean Louis SANMARCO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Laboratoire de Santé Publique Faculté de Médecine Marseille - Boulevard Jean  
Moulin 13385 Marseille Cedex 5.

*Tirés à part* : Dr J.C. DELAROZIERE à l'adresse ci dessus. Téléphone : 04-91-  
38-75-83. Fax : 04-91-79-75-20. E-mail : Jean-christophe.Delaroziere@ap-hm.fr

Accepté avec modification par la Nouvelle Presse  
Médicale le 8 Août 2003

## Résumé

**Introduction :** La chaleur élevée est cause de surmortalité dans la population même dans notre pays. Un épisode de vague de chaleur important à Marseille en 1983 a entraîné la mise en place d'une prévention par messages d'alerte depuis 1984.

**Objectif :** comparer la surmortalité chez les personnes de 65 ans et plus lors des vagues de chaleur estivale avant et après une intervention à Marseille.

**Méthodes :** les données de mortalité de l'INSEE ont été analysées en fonction des températures moyennes fournies par la Météorologie Nationale de 1968 à 1997. Un index de mortalité a été construit pour limiter l'effet de l'évolution de la mortalité en 30 ans. La vague de chaleur est définie par un température  $\geq 26^{\circ}\text{C}$  pendant au moins 2 jours lors des mois de juin à août.

**Résultats :** la température moyenne estivale à Marseille est passée de 22 à 23°C en 30 ans. Le nombre de jours de vague de chaleur a augmenté lui aussi pendant cette période. L'index moyen de surmortalité journalier est passé de 3,27 entre 1968-82 à 1,32 entre 1984-97 ( $p=0,008$ ).

**Conclusion :** on observe sur une période de 30 ans à Marseille les effets du réchauffement climatique. Même si on n'assiste pas à une disparition de la surmortalité, la prévention semble au moins partiellement efficace, même si elle peut être due à d'autres facteurs (climatisation...). Cette prévention, comme celle des risques liés à la pollution devrait être généralisée car elle est peu coûteuse en moyens même si l'évaluation précise de son efficacité est difficile.

### Summary

**Introduction :** High temperatures induce high death rate even in our country. An heatwave in 1983 in Marseille lead to implement a preventive warning message since 1984.

**Objective :** to compare mortality of people over 65 years old during summer high temperatures before and after the implement of the warning messages in Marseille.

**Methods :** we used the mortality data of INSEE and the means temperatures provided by the Meteorologie Nationale from 1968 to 1997.

**Results :** Mean summer temperature in Marseille has gone up from 22 to 23°C in 30 years. The number of high temperature days increase also during this period. The mean index of daily excess mortality has gone down from 3.27 (1968-82) to 1.32 (1984-97) ( $p=0.008$ ).

**Conclusion :** one notice in Marseille over a 30 yeas period the effect of the global warming. We didn't show an excess mortality disapearence, but the warning messages seamed to be partially efficient, even if other factors could interfere (climatisation ...). This prevention, like the one for air pollution, should be generalized despite his efficiency is difficultly evaluable, because she is not expensive.

## I. Introduction

Des vagues de chaleur entraînant une forte mortalité ont été décrites dans les zones tropicales <sup>1</sup>. Les zones tempérées ne sont pas exemptes d'épisodes de ce type<sup>2,3,4</sup>. L'importance de la mortalité liée à ces accidents, mal connue <sup>5</sup>, déborde le cadre strict du coup de chaleur. Deux facteurs distinguent ces accidents :

1) Ils ont des bornes imprécises et sont parfois à la limite des possibilités d'identification car ils ne sont que le renforcement de situations habituelles. On ne retrouve de rupture nette que lors des vagues de chaleur identifiées, en raison de l'importance de leurs conséquences qui les rapprochent des autres accidents climatiques souvent brutaux et bien limités.

2) Ils entraînent une augmentation de la mortalité pour les causes les plus diverses <sup>6</sup>, principalement par pathologies pulmonaires et cardiovasculaires, sans relation causale évidente entre accident climatique et surmortalité : meurent "seulement" plus de patients pendant qu'il fait très chaud. Physiologiquement, au-dessus de 25° de température extérieure le corps lutte contre le réchauffement par évaporation de la transpiration. Chez les tout-petits son volume peut devenir excessif par rapport au volume circulant entraînant une déshydratation. Chez les personnes âgées la disparition progressive de la transpiration expose, quand la chaleur persiste, au coup de chaleur. Avant d'arriver à ce stade on observe une fragilisation, liée à la polyopathie fréquente à cet âge. Il faut réhydrater les premiers pour compenser les pertes, mouiller régulièrement la peau des seconds pour remplacer la sueur absente. Quand c'est possible leur faire passer à tous, tous les jours, plusieurs heures dans un local frais. Il est recommandé de rompre l'isolement, facteur de risque supplémentaire chez les personnes âgées, plus fréquent en période estivale <sup>5</sup>. Marseille a subi une vague de chaleur en juillet 1983<sup>7</sup>. La température a atteint des valeurs jamais observées jusque-là. Maximale de 40°5 et minimale de 28°3, moyenne de 29° pendant trois semaines. La mortalité a atteint 88 décès le 27 juillet alors qu'on comptait 27 morts par jour cette même année (Figure 1) : 391 morts de plus en trois semaines que pendant les trois semaines précédentes. Les personnes âgées, les femmes surtout, ont été les plus touchées <sup>7</sup>. Le drame de 1983 a été l'occasion de reconnaître a posteriori deux périodes de surmortalité associée à de fortes températures en 1971 et 1982 qui étaient passées inaperçues,

traduction de la sous-déclaration signalée par Shen<sup>8</sup>. La mise en jeu de mesures préventives à partir de 1984, malgré l'absence de certitude quant à leur efficacité, a peut être limité le poids des épisodes ultérieurs. La prévention a semblé au moins partiellement efficace. Mais il est difficile d'apprécier la réalité de l'amélioration d'une situation mal précisée au préalable.

L'objectif de notre travail est de comparer la surmortalité chez les personnes de 65 ans et plus lors des vagues de chaleur estivale avant et après une intervention.

## **II. Matériel et méthode**

### **1. Période estivale**

La période estivale étudiée s'étend du mois de juin au mois d'août des années 1968 à 1997 (période symétrique par rapport à 1983).

### **2. Vague de chaleur**

Les températures quotidiennes maximales, minimales et moyennes à Marseille de 1968 à 1997 proviennent de la Météorologie Nationale. Une vague de chaleur est définie par deux jours consécutifs à une température moyenne  $\geq 26^{\circ}\text{C}$ . Pour déterminer cette valeur limite de  $26^{\circ}\text{C}$ , nous avons calculé la moyenne et l'écart-type de la température moyenne de 1968 à 1997 (hors année 1983) des mois de juin à août (moyenne =  $22,5^{\circ}\text{C}$  et écart-type = 2,8). Nous avons choisi un risque  $\alpha$  de 20% pour avoir 10% des jours au dessus de cette température.

### **3. Population**

Analyse des décès chez les 65 ans et plus de la ville de Marseille (798 430 habitants en 1999). Les données proviennent de l'INSEE. Les causes de mortalité n'ont pas été étudiées.

### **4. Index de mortalité<sup>9</sup>**

Pour supprimer l'effet de l'âge et de l'évolution de la mortalité pendant ces 30 années, nous avons utilisé un index de mortalité calculé chaque jour par :

Index = nombre décès lors des jours avec vague de chaleur – nombre de décès moyens hors vague lors de l'été de la même année.

### **5. Intervention : messages de prévention et d'alerte**

A partir de 1983 l'alerte était déclenchée quand la température moyenne devait se maintenir au-dessus de  $28^{\circ}$  pendant plus de deux jours, loin de la définition

classique des vagues de chaleur (max de 40,6° pendant deux jours). Relayée par le Laboratoire de Santé Publique, le Comité Départemental d'Education pour la Santé, le service de presse de l'Assistance Publique-Hôpitaux de Marseille, elle était reprise par les médias régionaux. Le Service de Gérontologie Sociale permettait le contact avec les maisons de retraite. Une plaquette était distribuée à l'ensemble des médecins du département et le bulletin du Conseil de l'ordre a repris le message à plusieurs reprises. Le message à destination des personnes âgées était simple : boire 1,5 litres d'eau par jour, ce qu'ils ne font pas tous, mouiller régulièrement la peau des avant-bras et du visage à l'aide d'un linge humide ou d'un vaporisateur et répéter l'opération tout au long de la journée. Chaque fois que possible se reposer dans un local frais. A l'ensemble de la population on demandait de relayer le message auprès des proches âgés. Chaque été les médias (télévision, radio, quotidiens...) ont repris ces messages. La climatisation préconisée aux États Unis <sup>10</sup> était encore très rare en France et n'était accessible qu'aux plus aisés. La méthode préconisée était accessible à tous.

## 6. Statistiques

Le risque alpha choisi est de 5%. Les moyennes sont données avec l'écart type. Les intervalles de confiance sont calculés par une méthode non paramétrique lorsque les effectifs sont inférieurs à 30.

## III. Résultats

De 1968 à 1997 la température moyenne annuelle à Marseille a augmenté d'un degré, passant de 15° à 16°. Celle des trois mois d'été est passée de 22° à 23°. Le nombre de jours de vague de chaleur a augmenté lui aussi pendant cette période (tableau 2, figure 2).

Sur la période 1968-97 il existe une surmortalité journalière de 2,68 personnes/jour lors des vagues de chaleur (tableau 1). Cette surmortalité est passée de 3,27 sur la période 1968-82 à 1,32 sur 1984-97 ( $p=0,008$ ). Chez les personnes de 65 à 74 ans la surmortalité est beaucoup moins importante (tableau 1). La surmortalité touche les deux sexes (index moyen vague : 1,84 pour les femmes, 0,66 pour les hommes;  $p<0,001$  pour les deux) avec une prédominance pour le sexe féminin ( $p=0,001$ ).

#### IV. Discussion

Le réchauffement climatique sur 30 ans se voit à Marseille avec une augmentation des températures moyennes, et du nombre de jours de vagues de chaleur (figure 2). La prévention mise en place sur la ville a semblé au moins partiellement efficace avec une diminution de la surmortalité à partir de 1984, date de la mise en place des mesures. Mais il est difficile d'apprécier la réalité et la cause de l'amélioration d'une situation mal précisée au préalable, cette amélioration pouvant aussi être due à d'autres facteurs que la prévention : climatisation qui limite les décès<sup>11</sup> chez les particuliers ou dans les maisons de retraite, amélioration globale de l'état de santé des personnes âgées, amélioration de la prise en charge médicale de ces patients...

Il existe un flou sur le seuil exact de température entraînant une augmentation de la mortalité. Pendant de nombreuses années, la prévention n'a été organisée que lorsque la température moyenne dépassait 28°C. Peut être que l'effet de cette prévention aurait été augmenté si le seuil d'alerte choisi avait été de 26°C. Ce seuil de danger est difficile à définir, d'autant plus qu'il semble que le cumul des jours de chaleur successifs ait aussi un effet sur la mortalité en entraînant une fatigue organique plus importante chez les personnes fragiles. La connaissance plus précise du seuil d'apparition du danger devrait permettre d'optimiser cette prévention et de mieux en mesurer l'efficacité. Il est à noter que ce seuil semble variable en fonction des villes du fait l'adaptation des populations aux conditions climatiques locales<sup>10</sup>. Malgré une amélioration globale après 1983, il existe encore une surmortalité en 1994 qui s'explique probablement par un nombre très important de jours de vague de chaleur (31 j) situés entre juillet et août.

Une des limite de cette étude est la non prise en compte du vent, de l'humidité et de la pollution, mais ces données n'étaient disponibles que sur une période relativement récente. Malgré tout si des interactions sont possibles entre la chaleur et ces phénomènes, elles sont difficilement mesurables, et la chaleur à un effet certain sur la mortalité. L'utilisation des données météorologiques comme signal d'alerte, couplées au niveau de pollution quand il est surveillé, et de déclenchement des messages de prévention s'avère intéressante.

Nous avons choisi d'analyser la mortalité à partir de 65 ans car il existe une surmortalité lors des vagues même pour les personnes de 65 à 74 ans<sup>12</sup>. Les

femmes sont plus âgées dans la population, cela peut expliquer en partie la mortalité plus importante que l'on retrouve chez elles lors des vagues de chaleur. Nous n'avons pas fait d'analyse par arrondissements, car cette analyse aurait été biaisée par la forte densité de maisons de retraite dans deux arrondissements de la ville (12<sup>ème</sup> et 13<sup>ème</sup>).

En conclusion, il semble souhaitable de continuer la prévention, car des étés exceptionnellement chauds entraînent encore des décès et le réchauffement climatique ne va pas améliorer les choses.

## V. Références

---

- <sup>1</sup> Heat-related illnesses and deaths 1994-1995. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep* 1995 ;44(25):465-8
- <sup>2</sup> Mirchandani HG, McDonald G, Hood IC, Fonseca C. Heat-related deaths in Philadelphia-1999. *Am J Forensic Med Pathol* 1996, 17(2):106-8
- <sup>3</sup> Centers for Disease Control and Prevention. Heat-Wave-related mortality at Milwaukee, Wisconsin, July 1995. *JAMA* 1996, 276(4):275
- <sup>4</sup> Whitman S, Good G, Donoghue ER & al. Mortality in Chicago attributed to the July 1995 heat wave. *Am J Public Health* 1997, 87(9):1515-8
- <sup>5</sup> Semenza JC, Rubin CH, Falter KH & al. Heat-related deaths during the July 1995 heat wave in Chicago. *N Engl J Med* 1996, 335(2):84-90
- <sup>6</sup> Dardanoni G, Intonazzo V, La Rosa G, Lanzarone F. Excess deaths related to hot weather in Palermo. *Boll Ist Sieroter Milan* 1988, 67(3) :251-4.
- <sup>7</sup> Thirion X, Simonet J, Serradimigni F & al. La vague de chaleur de juillet 1983 à Marseille Enquête sur la surmortalité. Essai de prévention. *Santé Pub* 1992, 1 : 58-64
- <sup>8</sup> Shen T, Howe HL, Alo C, Moolenaar RL. Toward a broader definition of heat-related death: comparison of mortality estimates from medical examiners' classification with those from total death differentials during the July 1995 heat wave in Chicago, Illinois. *Am J Forensic Med Pathol* 1998, 19(2):113-8
- <sup>9</sup> Smoyer KE, Rainham DGC, Hewko JN. Heat-stress-related mortality in five cities in Southern ontario : 1980-1996. *Int J Biometeorol* 2000 ;44 :190-7.
- <sup>10</sup> Keatinge W R, Donaldson G C, Cordioli E, & al. Heat-related mortality in warm and cold regions of Europe: observational study. *BMJ* 2000, 321 670-3.
- <sup>11</sup> Naughton MP, Henderson A, Mirabelli MC, Kaiser R, Wilhem JL, Kieszack SM, Rubin CH, McGeehin MA. Heat-related mortality during a 1999 heat wave in Chicago. *Am J Prev Med* 2002 ;22(4) :221-7.
- <sup>12</sup> Diaz J, Jordan A, Garcia R, Lopez C, Alberdi JC, Hernandez E, Oetro A. Heat waves in Madrid 1986-1997 : effects on the health of the elderly. *Int Arch Occup Environ Health* 2002 ;75 :163-70.

Tableau 1 : comparaison de l'index de mortalité moyen pendant et hors vague de chaleur

Période	Index moyen hors vague	Index moyen vague	p	t° moyenne vague	t° moyenne hors vague
Patients de 65 ans et plus					
1968-97	0(±4,32)	2,68(±6,88)	<0,001	22,1	27,3
1968-82	0(±4,38)	3,27(±5,33) <sup>a</sup>	<0,001	21,77°(±2,42)	27,4°(±1,24) <sup>b</sup>
1984-97	0(±4,16)	1,32(±4,56) <sup>a</sup>	<0,001	22,48°(±2,55)	27,05°(±0,83) <sup>b</sup>
Patients de 65 à 74 ans					
1968-97	-0,040 (±2,2)	0,43(±2,39)	0,001	22,1	27,3
1968-82	-0,02 (±2,3)	0,6 (±2,85) <sup>c</sup>	0,12	21,77°(±2,42)	27,4°(±1,24)
1984-97	-0,04 (±2,03)	0,23 (±2,12) <sup>c</sup>	0,093	22,48°(±2,55)	27,05°(±0,83)

<sup>a</sup> comparaison des 2 moyennes : p=0,008

<sup>b</sup> comparaison des 2 moyennes: p=ns

<sup>c</sup> comparaison des 2 moyennes : p=ns

Tableau 2 : évolution de l'index de mortalité moyen pendant et hors vague de chaleur

Année	Jours de vague de chaleur			Index hors vague		Index vague	
	Jours t°<26°C	Jours de vague	t° moyenne vague	m	IC 95%	m	IC 95%
1968	89	3	27,5	0	-0,69; 0,69	5,54	1,74; 9,34
1969	90	2	26,5	0	-0,88; 0,88	2,19	-23,24; 27,62
1970	92			0	-0,83; 0,83		
1971	88	4	28,325	0	-1,04; 1,04	5,39	-0,18; 10,96
1972	92			0	-0,76; 0,76		
1973	90	2	26,525	0	-0,85; 0,85	-6,23	-31,66; 19,2
1974	92			0	-0,85; 0,85		
1975	88	4	27,0375	0	-0,94; 0,94	3,82	-0,4; 8,04
1976	92			0	-0,85; 0,85		
1977	92			0	-0,95; 0,95		
1978	92			0	-1; 1		
1979	80	12	26,5708	0	-1,06; 1,06	0,75	-2,41; 3,91
1980	87	5	26,79	0	-1,05; 1,05	4,52	-1,72; 10,76
1981	87	5	26,97	0	-0,97; 0,97	3,3	-2,25; 8,85
1982	75	17	28,3559	0	-1,03; 1,03	4,91	1,68; 8,14
1983	70	22	29,1909	0	-1,31; 1,31	13,01	6,6; 19,42
1984	89	3	28,1667	0	-0,82; 0,82	3,46	-2,8; 9,72
1985	92			0	-0,95; 0,95		
1986	82	10	26,615	0	-0,87; 0,87	2	-2,17; 6,17
1987	80	12	26,7708	0	-0,93; 0,93	1,73	-1,55; 5,01
1988	80	12	26,875	0	-0,91; 0,91	2,63	0,23; 5,03
1989	73	19	27,1184	0	-1,11; 1,11	-0,03	-2,34; 2,28
1990	74	18	27,2722	0	-0,81; 0,81	-1,73	-3,81; 0,35
1991	73	19	26,9053	0	-1,1; 1,1	2,36	0,39; 4,33
1992	71	21	27,0071	0	-0,96; 0,96	2,72	1,03; 4,41
1993	80	12	27,3708	0	-0,88; 0,88	-0,74	-3,35; 1,87
1994	61	31	27,3484	0	-0,84; 0,84	3,19	1,39; 4,99
1995	72	20	26,805	0	-0,94; 0,94	1,17	-0,53; 2,87
1996	85	7	26,95	0	-0,94; 0,94	-1,4	-4,47; 1,67
1997	86	6	26,7	0	-0,83; 0,83	-0,78	-5,51; 3,95
Total	2494	266					

m : moyenne de l'index

Figure 1 : le coup de chaleur sur Marseille en 1983

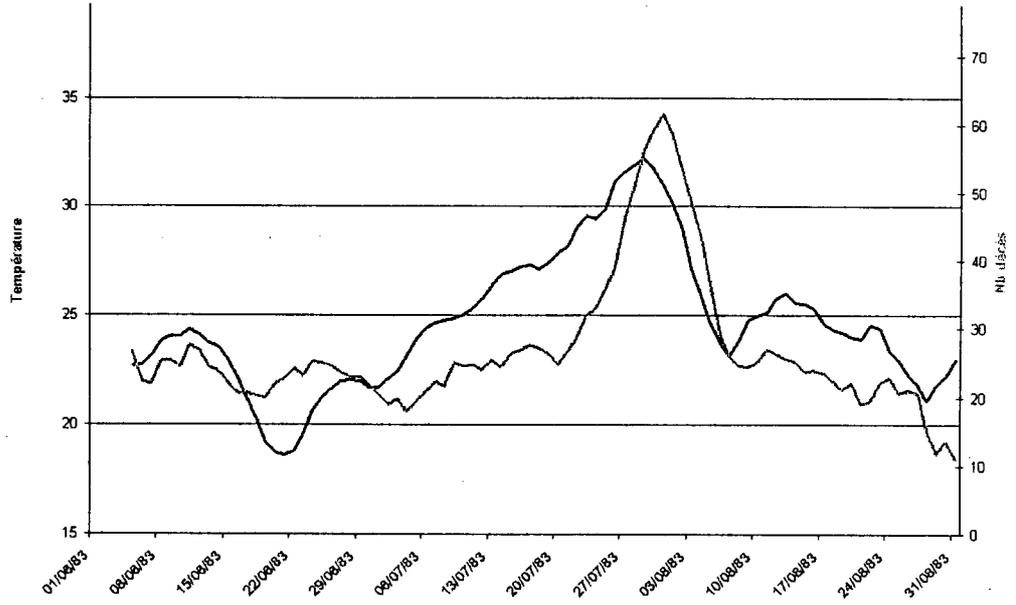
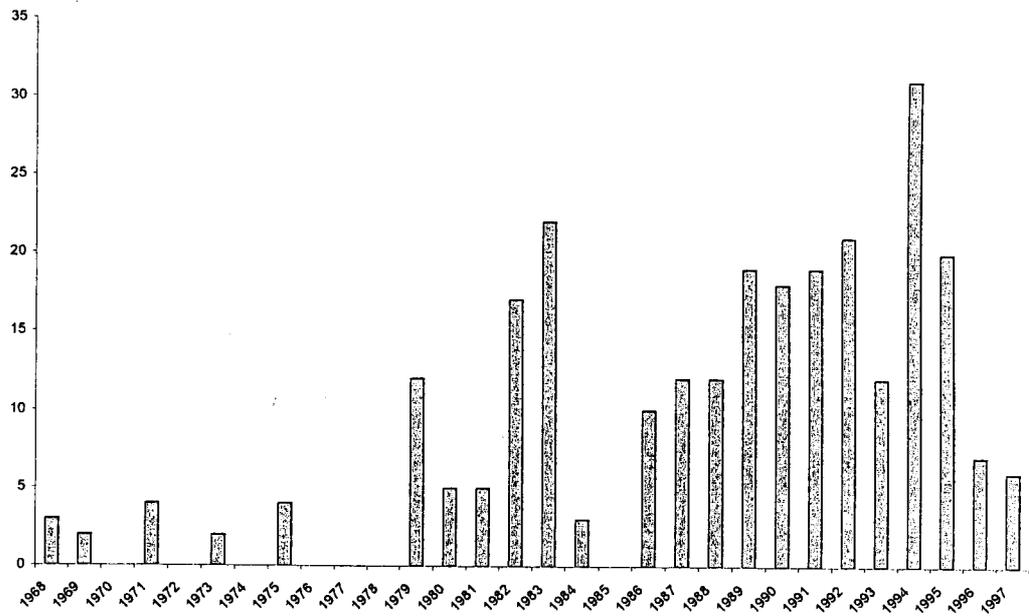


Figure 2 : nombre de jours de vagues de chaleur par année



0491797520

— 230 —

### Seuil d'alerte

La détermination précise, sur des arguments épidémiologiques, du seuil d'alerte optimal en cas d'élévation de la température est extrêmement difficile. Il n'est pas certain qu'on puisse déterminer mieux qu'une "fourchette" de valeurs, aussi étroite que possible.

#### Imprecision des mesures

- La relation causale entre les deux variables étudiées : nombre de décès et température extérieure, est complexe. Pour une température "normale" cette relation est quasi nulle. Lorsque la température monte elle devient un des éléments de la mortalité parmi d'autres, dont l'état de santé du sujet. Pour des valeurs extrêmes elle devient prédominante. Ce qui rend difficile la détermination du seuil est l'absence de rupture nette de la mortalité entre ces trois situations thermiques
- Pendant longtemps on n'a tenu compte que de la température maximale de la journée (on sous-entendait alors exclusivement la relation "extrême" entre forte surmortalité et canicule). C'est avec la température moyenne (demi somme de la température maximale et de la température minimale) qu'on a trouvé la meilleure corrélation avec la mortalité à Marseille en 83 (la température nocturne qui reste élevée empêche toute récupération).
- La plupart des rapports décrivant une catastrophe climatique s'attachent à en préciser les caractéristiques, à dénombrer les morts qu'on peut lui imputer. La détermination du seuil d'apparition du danger n'est généralement pas leur préoccupation principale.
- Il y a plusieurs intermédiaires entre la température annoncée par la météo et la température "vécue" par les patients. La température du lieu d'habitation serait un indicateur de bien meilleure qualité. Mais elle dépend de nombreuses conditions, sociales entre autres, et elle n'est pas homogène.
- Le seuil "mesuré" en Europe par WR Keatinge et collaborateurs (BMJ) n'est pas précis et surtout n'est pas le même selon le lieu de l'étude. Quand ils ont déterminé le point de moindre mortalité en fonction de la température extérieure dans plusieurs pays d'Europe ils ont trouvé : de 13 à 16 degrés en Finlande du sud, de 19 à 22 à Londres, de 17 à 20 à Milan et de 23 à 26 à Athènes ! Ils précisent que la mortalité liée à la température apparaît pour des températures plus élevées dans les zones chaudes mais que cette mortalité n'est pas plus importante dans les zones chaudes que dans les zones plus froides. Besancenot avec une méthodologie différente trouve pour le même point une différence de 3 degrés entre le nord et le sud de la France.
- La durée prévue de forte élévation de la température a une importance capitale. Dans notre expérience un pic isolé ne semble pas dangereux. Cela laisse toujours quelques jours pour organiser la diffusion des messages d'alerte.
- Il est indispensable de prendre en compte deux éléments supplémentaires, ce que nous n'avons pas pu faire en 83 : le degré d'hygrométrie, couplé avec la température il permet de construire un "index thermique". Et la présence et la vitesse du vent, lequel augmente les capacités de refroidissement de la transpiration.

- L'analyse qui va avoir lieu dans les mois qui viennent permettra d'affiner les propositions marseillaises de 83. Elle permettra de déterminer les seuils spécifiques observés dans chaque région et peut-être de proposer des zones de danger. Une équipe isolée ne peut pas répondre correctement à une question si complexe.

#### **Importance majeure de l'objectif de santé publique poursuivi.**

- La question fondamentale à laquelle les éléments scientifiques peuvent seulement donner une réponse approchée est celle de l'objectif poursuivi : Doit-on déclencher l'alerte dès qu'il y a un risque de surmortalité si infime soit-il, au risque de décrédibiliser le message par sa répétition dans des conditions à peine anormales ; ou doit-on au contraire attendre des conditions plus dangereuses, au risque de laisser mourir les sujets les plus fragiles qu'on aurait pu, théoriquement au moins, protéger ?
- A Marseille nous avons déterminé un seuil d'apparition de risque dès 26° de température moyenne. Mais nous n'avons pas osé l'utiliser pendant les premières années de notre action car c'est une valeur qu'on frôle ou qu'on atteint pendant quelques jours presque tous les ans !  
Deux éléments nous ont conduit à retenir ensuite comme seuil d'alerte une température moyenne de 26° pendant plus de deux jours. La surmortalité estivale était réduite mais non effacée malgré notre action ; pendant que la population commençait à s'approprier nos messages
- C'est au total une décision politique qu'on est amené à prendre, basée sur des arguments scientifiques qui manquent de précision. Elle est fonction de l'objectif poursuivi. Veut-on protéger notre population des conséquences d'une catastrophe climatique comme celle que nous venons de vivre ? Veut-on au contraire permettre à l'ensemble de la population âgée de traverser sans risque les fréquentes agressions thermiques estivales ? Du choix retenu dépend en grande partie le seuil qui sera choisi. Sa valeur ne s'impose pas, elle relève d'un choix qui doit être le plus éclairé possible.
- Peut-on envisager des alertes modulées, comme il y a des index (de 1 à 4) de risque d'orages ?
- Peut-on envisager des messages ciblés ?
  - Messages destinés aux sujets malades leur recommandant d'appeler leur généraliste pour adapter leur traitement au long cours.
    - Ceci implique en amont une formation spécifique destinée aux généralistes
  - Messages destinés aux familles leur préconisant d'appeler ou mieux de visiter leurs seniors.
  - Organisation d'un corps de volontaires (Croix rouge ?) chargé de visiter les seniors isolés et préalablement répertoriés.
  - Messages grand public.

Dans tous les cas ceci implique, avant la phase d'alerte(s), une formation à long terme en amont de la population et des intervenants. Formation qu'il ne serait pas judicieux de limiter aux seuls problèmes de chaleur