



**HAL**  
open science

# **Acteurs et mesures préventives à différentes échelles territoriales pour la création d'indices de dangerosité sur le risque caniculaire**

Laura Pinson, Anne Ruas, Valéry Masson, Katia Chancibault

## **► To cite this version:**

Laura Pinson, Anne Ruas, Valéry Masson, Katia Chancibault. Acteurs et mesures préventives à différentes échelles territoriales pour la création d'indices de dangerosité sur le risque caniculaire. CIST2016 - En quête de territoire(s) ?, Collège international des sciences du territoire (CIST), Mar 2016, Grenoble, France. pp.385-392. <hal-01353636>

**HAL Id: hal-01353636**

**<https://hal.science/hal-01353636v1>**

Submitted on 12 Aug 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



HAL Authorization

# Acteurs et mesures préventives à différentes échelles territoriales pour la création d'indices de dangerosité sur le risque caniculaire

## Du plan national canicule à un indice de dangerosité à échelle fine

### AUTEUR-E-S

Laura PINSON, IFFSTAR (France)  
Anne RUAS, IFFSTAR (France)  
Valéry MASSON, CNRM-GAME (France)  
Katia CHANCIBAULT, IFFSTAR (France)

### RÉSUMÉ

La question territoriale est au cœur des réformes sanitaires. En France, si l'on se concentre sur le risque caniculaire, on constate qu'il existe une multitude d'acteurs en inter-relation. En effet, ce risque sur la santé est complexe à appréhender et à représenter notamment parce qu'il pose et posera des questions sanitaires essentielles, et du fait du vieillissement de la population et du changement climatique. Cet article met en évidence les différents acteurs et plans présents ainsi que les différentes échelles territoriales, afin de déterminer et mieux communiquer sur les risques sanitaires causés par la canicule. Pour cela, un indice de dangerosité a été élaboré, en fonction de la durée du phénomène, de son intensité, du seuil et du profil type. Des mesures réalisées en milieu urbain et en période caniculaire permettent d'affiner l'indice.

### MOTS CLÉS

Santé, acteurs, indice de dangerosité, risques

### ABSTRACT

The territorial question constitutes the core of sanitary reforms. In France, if we concentrate on the heat-wave risk, we notice a multitude of actors in interrelation. Indeed, this risk on health is complex to comprehend and to represent in particular since it raises and will raise essential sanitary questions, and also because of the ageing of the population. This article highlights the different actors and active plans and the various possible territorial scales to determine and better communicate on sanitary risks caused by heat waves. This has been done through an index of "hazardousness", developed on the basis of a few parameters such as the phenomenon duration, its intensity, the threshold and the typical profile. The index has then been sharpened thanks to measurements in urban area during a heat wave.

### KEYWORDS

Health, Actors, Hazardousness index, Risks

### INTRODUCTION

Actuellement, d'après les Nations unies, environ 50 % de la population mondiale vit en ville et cette proportion pourrait atteindre 60 % en 2030. En Europe, cette proportion est

de 73 %, et en France de 77 %. Au cours des dernières décennies, la croissance de la population urbaine a rendu les villes particulièrement vulnérables aux événements climatiques extrêmes. Pour les extrêmes chauds (à l'exemple des canicules), le microclimat des villes viendra s'ajouter à ces événements et les amplifiera davantage. La canicule de 2003 qu'a connue la France, avec la faiblesse des écarts entre les températures diurnes et nocturnes, l'intensité et l'étendue géographique et la durée de ce phénomène extrême, constitue un problème de santé publique. En effet, touchant un enjeu pourtant particulièrement sensible, autant pour les individus que pour les autorités publiques – la santé –, les fortes chaleurs n'ont pas été perçues immédiatement par les pouvoirs publics comme pouvant être si dangereuses pour la population. Ce sont les médias qui ont donné l'alerte avant même les autorités.

Depuis plusieurs années, l'Institut de veille sanitaire (InVS) se mobilise pour acquérir une meilleure connaissance des risques liés aux vagues de chaleur à travers la surveillance et l'étude des facteurs à risques mais aussi d'identifier les populations vulnérables à des fins de préventions (le plan national canicule, PNC), d'alerte et d'aide à la décision.

Depuis la vague de chaleur de 2003, la population est aujourd'hui mieux sensibilisée et préparée. En effet, la surmortalité pendant la canicule de juillet 2006 a été inférieure à celle attendue d'après un modèle mortalité-température (Fouillet *et al.*, 2006), ce qui semble également être le cas pour la canicule de 2015.

Les canicules et l'évolution des facteurs de risques climatiques, démographiques et sociaux pourraient aggraver les conséquences sanitaires dues à la chaleur (Laaidi *et al.*, 2015). Ces éléments conduisent à s'interroger sur les dispositions et plans mis en place aux différentes échelles territoriales et gouvernementales.

## **1. ACTEURS, SANTÉ ET PLANS DE PRÉVENTION À DIFFÉRENTS NIVEAUX D'ÉCHELLES POUR LE RISQUE CANICULAIRE**

De par l'ampleur et les conséquences de la canicule de 2003, cet événement météorologique est devenu un événement politique par la crise sanitaire brutale qu'a connue la France. Cette crise a permis de montrer la faible coordination des intervenants publics, le manque de réactivité et le manque d'informations centralisées. Cette crise a été gérée par les professionnels et les organisations non gouvernementales. Ainsi, après cette crise sans précédent, des actions et des outils ont été mis en place. Les acteurs territoriaux agissent maintenant pour une meilleure information, prévention et adaptation sur le risque caniculaire.

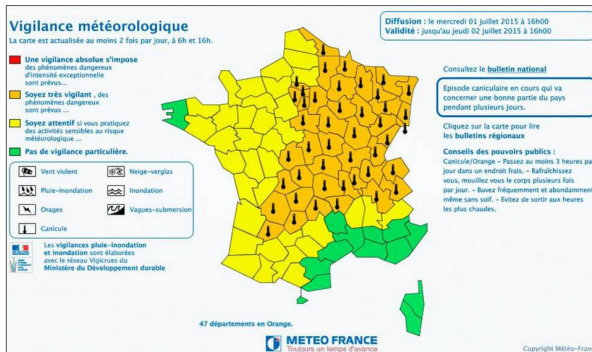
Après la canicule de l'été 2003 en France, l'InVS, en collaboration avec Météo-France, a mis au point un système d'alerte « canicule et santé ». Ce système se base sur une analyse rétrospective des données sanitaires et météorologiques dans 14 villes pilotes (Pascal *et al.*, 2006).

Cette étude a permis de retenir un indicateur mixte représenté par la moyenne sur trois jours des températures minimales et maximales. Le système est fondé sur la surveillance d'un indicateur bio-météorologique (IBM). Pour Paris, par exemple, le seuil IBM est de 21°C de nuit et de 31°C de jour. Ce seuil sert de base au déclenchement d'une alerte dans le cadre du PNC.

Le PNC<sup>1</sup> a été mis en place en 2004. Il permet de prévenir des impacts sanitaires majeurs lors d'épisodes de très fortes chaleurs. Ce plan se décline au niveau départemental et prévoit des mesures d'information, de prévention et de gestion de crise.

L'InVS, dans le cadre d'un réseau de surveillance et d'alerte, suit au niveau local et national les indicateurs sanitaires (décès, hospitalisation, etc.). Les agences régionales de santé (ARS), transmettent à la direction générale de la santé (DGS), les informations relatives à l'état de l'offre de soins dans les établissements de santé. Le PNC est décliné dans les départements sous la forme d'un plan de gestion d'une canicule départemental (PGCD) articulé avec le dispositif départemental d'organisation de la réponse de sécurité civile (ORSEC). Le PGCD, sur Paris, a en partie pour objectif de définir les mesures locales de lutte contre un épisode de canicule, de donner aux autorités publiques, de l'échelon national à l'échelon communal, des outils de prévention. Il est construit en quatre niveaux progressifs (figure 1).

Figure 1. Carte de vigilance météorologique caniculaire (période du 1<sup>er</sup> au 2 juillet 2015) © Météo-France



- *Le niveau de veille saisonnière* comporte la mise en œuvre d'un dispositif d'information préventive. Il est déclenché automatiquement du 1<sup>er</sup> juin au 31 août.
- *Le niveau d'avertissement chaleur* (carte vigilance jaune) correspond à un pic de chaleur limité à 2 jours ou à des IBM proches des seuils. Le préfet du département est informé par l'ARS des dispositions prises.
- *Le niveau de mise en garde et actions* (Miga) est corrélé à la vigilance orange canicule de Météo-France. Le comité interministériel de gestion des crises (COGIC) centralise les informations et diffuse les instructions dans les départements concernés. Ce niveau 3 est déclenché, maintenu ou levé (figures 2 et 3) par les préfets des départements visés avec l'appui de l'ARS et sur l'expertise locale de Météo-France.
- *Le niveau de mobilisation maximale* (carte de vigilance rouge) est déclenché au niveau national par le premier ministre. Il peut « confier la conduite opérationnelle de la crise à un ministre qu'il désigne en fonction de la nature des événements, du type de crise ou de l'orientation politique qu'il entend donner à son action »<sup>2</sup>.

1 [www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Instruction\\_et\\_plan\\_canicule\\_2015.pdf](http://www.sante.gouv.fr/IMG/pdf/Instruction_et_plan_canicule_2015.pdf)

2 Circulaire du 2 janvier 2012 relative à l'organisation gouvernementale pour la gestion de crises majeures.

On voit donc que l'information est une composante essentielle de la politique territoriale qui impacte aussi sur les autres politiques publiques. Ainsi, il nous faut une meilleure caractérisation locale du risque de canicule et une meilleure évaluation de la prévision au niveau spatial. Pour les politiques publiques, cette étude permet de mieux identifier les zones de grande fragilité, sur lesquelles des actions de communication ciblées pourront être menées soit *via* la télévision, soit *via* les services des collectivités locales pour une intervention directe.

Figure 2. Schéma de déclenchement de l'alerte canicule

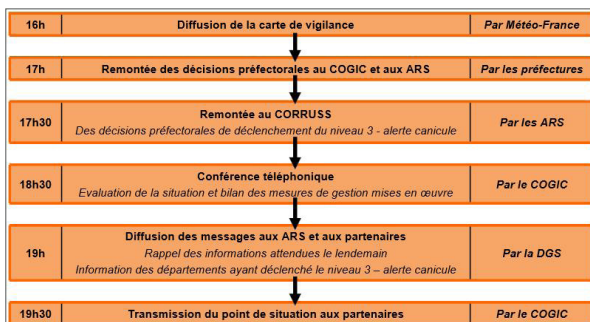
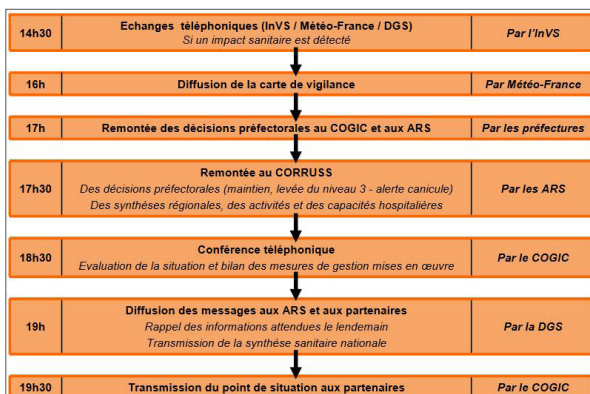


Figure 3. Schéma de maintien ou levée de l'alerte canicule

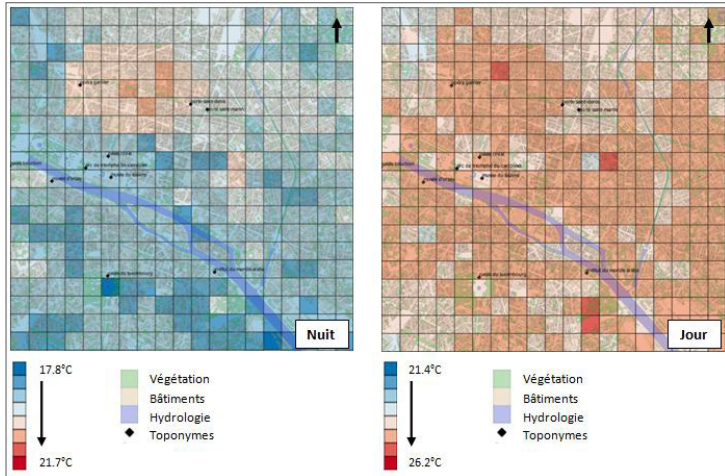


## 2. PASSER D'UNE ÉCHELLE DÉPARTEMENTALE À UNE ÉCHELLE PLUS FINE PAR LA CRÉATION D'UN INDICE DE DANGÉROSITÉ

Actuellement, la chaleur est davantage considérée par rapport à l'inconfort qu'elle peut procurer que ses impacts sanitaires. Les décideurs ont besoin d'informations pour cibler les zones de dangerosité dans le but de mettre en place une prévention concrète et personnalisée en fonction du territoire impacté, afin de mieux communiquer. Bien que les risques liés à la chaleur aient été relativement bien documentés, la dangerosité de la canicule reste encore à étudier.

Il est donc important d'améliorer la description des impacts sanitaires dus au risque caniculaire à une échelle plus fine. Un des objectifs du projet RepExtrem<sup>3</sup> est d'identifier les zones à risque, c'est-à-dire des zones de dangerosité (*hot spot*) à l'échelle du quartier et non plus à l'échelle de la ville, voire du département. En effet, le risque peut être théoriquement représenté par des indicateurs et éventuellement cartographié pour identifier des territoires plus vulnérables, à condition de travailler à une échelle géographique fine (Hinkel, 2011).

Figure 4. Cartographie des données environnementales et météorologiques (températures nuit et de jour, à 2 mètres du sol, le 5 juillet 2010, simulées par TEB) sur une période de 7 heures sur la zone de Paris (maille 250x250m)



### Calcul d'indices de dangerosité

Pour assurer un suivi du risque caniculaire et pouvoir calculer l'indice de dangerosité sur une zone fine, notre projet s'appuie sur des données météorologiques et topographiques (avec des géométries en 2D et 3D). Les données météorologiques, issues des sorties du modèle TEB (*Town Energy Balance*, cf. Masson, 2000), décrivent la température de la rue et son humidité à 2 mètres du sol, ainsi que la température interne des bâtiments, toutes les heures. À partir des données de ce modèle, nous calculons la moyenne, le minimum et le maximum des températures pour chaque paramètre sur une maille fine (250x250m), sur des périodes prédéfinies de 7 heures, afin de mieux percevoir le risque. Ces données sont mises à jour toutes les 12 heures afin d'étudier l'évolution de chaque maille et l'étendue de la canicule pendant sa durée. En effet, il est important de prendre en compte la durée pour établir la notion de canicule. Les heures entre les périodes diurnes et nocturnes ne sont pas prises en compte puisqu'il s'agit d'heures de transition. Les agrégats, dans notre méthode, sont particulièrement importants pour deux raisons : il faut distinguer les températures de nuit et de jour et, par ailleurs, intégrer la notion de durée du phénomène. Ainsi, pour bâtir des indicateurs de dangerosité, on se base sur la durée et l'intensité du phénomène. L'analyse de la durée du phénomène permet de

3 Le projet de recherche RepExtrem est financé par le programme Risque décision territoire du MEDDE et coordonné par A. Ruas [[www.lisis.ifsttar.fr/projets/repextrem](http://www.lisis.ifsttar.fr/projets/repextrem)].

déduire les hot spot. Les risques sanitaires augmentant avec la durée, il est indispensable de la prendre en compte, pour des paliers de températures nuit et jour.

Pour définir les indices de dangerosité, en fonction de la vulnérabilité des personnes, des facteurs de vulnérabilités (données socio-démographiques et sanitaires) (Arizona department of Health Service, 2012<sup>4</sup> ; Aubrecht *et al.*, 2014 ; Laaidi *et al.*, 2015) sont mis en relation avec les données météorologiques et environnementales (durée, intensité, accumulation) afin de calculer le risque pour différents profils.

### **La dangerosité est ainsi calculée en fonction de la vulnérabilité, de l'intensité et de la durée du phénomène**

Afin de pouvoir définir « les zones » de dangerosité et ainsi mieux les cibler, une agrégation spatiale (par zone) est nécessaire. La première étape est de cartographier seulement les données environnementales et météorologiques afin d'avoir une première carte de référence (figure 4). Celle-ci est, par la suite, complétée par les variables socio-démographiques et permet ainsi de visualiser la façon dont ces données peuvent impacter et réagencer les zones dites dangereuses.

Si les indices sont précis, il faut alors les catégoriser soit *a priori* (on regroupe par exemple les valeurs entre 0 et 1, les valeurs entre 1 et 2, etc.), soit par classification contrainte par les proximités. Cette catégorisation va permettre une agrégation spatiale en fonction de l'indice et créer ainsi les zones dites dangereuses.

### **Encore plus de précision**

Cet indice permettra notamment d'affiner les mesures d'adaptation. Celles-ci se feront à deux niveaux : au niveau de la personne (mieux communiquer le risque aux personnes vulnérables : aller dans un espace frais, s'entraider, etc.) et au niveau de la ville afin d'atténuer le phénomène de l'ICU<sup>5</sup> avec des mesures de rafraîchissement (augmenter la superficie des espaces verts, etc.) ou bien même thermique (isolation, etc.). Ceci est d'autant plus important que l'isolation thermique faite pour réduire la facture énergétique l'hiver, et limitant ainsi les échanges avec l'extérieur, risque d'accroître la température intérieure en période estivale, puisque l'isolation empêche aussi l'air chaud de ressortir.

La plupart des facteurs de vulnérabilité sont identifiés, connus et pris en compte dans les différents plans de prévention visant des populations cibles. Cependant, la donnée environnementale et la donnée météorologique sont toutes aussi importantes dans la prise en compte du risque caniculaire. Le nombre de jours consécutifs d'exposition à la chaleur accroît l'épuisement et donc le risque de mortalité. Cette exposition est difficilement quantifiable en l'absence de données météorologiques locales. Ainsi, des mesures terrains ont été réalisées pour évaluer des plages de valeurs possibles lors de période caniculaire. Le système d'alerte, présenté en première partie, repose sur des températures enregistrées

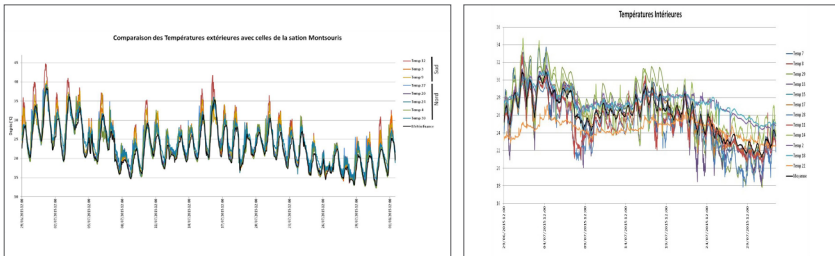
---

4 Arizona Department of Health Services, 2012, Index of populations vulnerable to extreme heat events in Arizona, Arizona department of health services [[www.azdhs.gov/phs/oeh/heat/documents/maps/index-heat-vulnerable-populations.pdf](http://www.azdhs.gov/phs/oeh/heat/documents/maps/index-heat-vulnerable-populations.pdf) consulté le 06/08/2015].

5 L'îlot de chaleur urbain (ICU) est un phénomène climatique induit par les zones urbaines c'est-à-dire que la température de l'air d'une ville est plus élevée que la température qu'aurait cet air sans les constructions urbaines. Il se mesure à partir de l'écart de température de l'air de la ville, près du sol, et l'air de la région rurale (Oke, 1987).

dans des stations météorologiques situées dans des parcs ou des aéroports, à l'écart des zones bâties. Pourtant, les personnes sont directement exposées aux conditions thermiques. Il est donc important de coupler, d'améliorer et de préciser les données à une échelle plus fine. Si on regarde les températures mesurées par des capteurs au centre de Paris, entre le 29 juin et le 1<sup>er</sup> août 2015, dans différentes rues canyons, par rapport à la station de Météo-France Montsouris, on remarque une différence de plus de 5°C en journée. Ces mesures ont été effectuées à l'extérieur mais aussi à l'intérieur des bâtiments. Elles nous permettent de faire des hypothèses et de créer des règles pour améliorer nos calculs de dangerosité (figure 5).

Figure 5. Valeurs mesurées à l'intérieur et à l'extérieur de bâtiments (face nord et sud) dans le centre de Paris entre le 29 juin et le 1<sup>er</sup> août 2015



L'analyse des données montre que la double exposition, l'isolation, l'étage, mais aussi la configuration de l'appartement sont des facteurs modifiant les températures intérieures et pouvant donner des situations atypiques, voire des configurations extrêmes. De plus, on constate bien les écarts de températures d'un bâtiment à un autre (quelques mètres de différence) et les variations entre étages. Cela nous permet de voir, aussi, que la ventilation joue un rôle (Jentsch *et al.*, 2008). Ainsi, à échelle encore plus fine, la vulnérabilité est différente en fonction de la personne vivant dans ces appartements. Les écarts intérieur/extérieur restent encore à analyser.

## CONCLUSION

Les contraintes thermiques imposées par ces événements extrêmes ont des effets néfastes sur la santé de la population et sur le taux de mortalité, allant de l'inconfort au coup de chaleur parfois mortel. L'État et les différentes organisations de santé ont mis en place différents plans à l'exemple du PNC, visant à prévenir et lutter contre les conséquences sanitaires d'une vague de chaleur. La canicule permet donc de mettre en relief les dimensions politiques dans questions de santé mais aussi dans leurs dimensions sociales. L'objectif de cet article est de montrer la nécessité d'un indice de dangerosité à échelle fine puisque chaque région, département et/ou ville ont des caractéristiques géographiques et météorologiques différentes. Il est donc tout aussi important d'étudier les profils (par la vulnérabilité) que les données météorologiques et géographiques à différentes échelles.

## RÉFÉRENCES

Aubrecht C., Steinnocher K., Köstl M., Züger J., Loibl W., 2014, "Long-term spatio-temporal social vulnerability variation considering health-related climate change parameters particularly affecting elderly", *Natural Hazards*, 68, pp. 1371-1384.

Fouillet A., Rey G., Wagner V., Laaidi K., Empereur-Bissonnet P., Le Tertre A., Frayssinat P., Bessemoulin P., Laurent F., De Crouy-Chanel P., Jouglia E., Hémon D., 2008, "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", *International Journal of Epidemiology*, 37(2), pp. 309-17.

Hinkel J., 2011, "Indicators of vulnerability and adaptive capacity: Towards a clarification of the science-policy interface", *Global Environmental Change*, 21(1), pp.198-208.

Jentsch M.F., Bahaj A.S., James P.A.B., 2008, "Climate change future proofing of buildings – Generation and assessment of building simulation weather files", *Energy and Buildings*, 40(12), pp. 2148-2168.

Laaidi K., Ung A., Pascal M., Beaudou P., 2015, « Vulnérabilité à la chaleur : actualisation des connaissances sur les facteurs de risque », *Bulletin épidémiologique hebdomadaire*, n° 5.

Masson V., 2000, "A physically-based scheme for the urban energy budget in atmospheric models", *Boundary Layer Meteorology*, n° 94, pp. 357-397.

Oke T.R., 1987 [1970], *Boundary layer climates*, London-New York, Methun.

Pascal M., Laaidi K., Berat B., Strauss B., Ledrans M., Empereur Bissonnet P., 2006, *Système d'alerte canicule et santé 2006 (Sacs 2006)*, rapport opérationnel, Saint-Maurice, INVS.

## LES AUTEUR-E-S

### Laura Pinson

IFSTTAR  
Laboratoire LISIS  
laura.pinson@ifsttar.fr

### Anne Ruas

IFSTTAR  
Laboratoire LISIS  
anne.ruas@ifsttar.fr

### Valéry Masson

CNRM-GAME  
Météorologie à moyenne échelle  
valery.masson@meteo.fr

### Katia Chancibault

IFSTTAR  
Laboratoire EE  
katia.chancibault@ifsttar.fr