

Gestion des événements climatologiques extrêmes : nécessité d'une réponse épidémiologique intégrée et planifiée dans l'organisation de la réponse sanitaire et sociale

Philippe Pirard (p.pirard@invs.sante.fr), Mathilde Pascal, Yvon Motreff

Institut de veille sanitaire, Saint-Maurice, France

Résumé / Abstract

Le changement climatique se traduira probablement dans l'avenir par une recrudescence des événements climatologiques extrêmes. Leur anticipation nécessite la préparation d'une organisation de gestion de la crise et de ses conséquences. L'épidémiologie oriente les actions de prévention et de prise en charge sanitaire en identifiant les populations exposées, en détectant les événements de santé et en quantifiant l'impact sanitaire.

La surveillance épidémiologique des vagues de chaleur s'inscrit dans le cadre formel du Plan national canicule, en étroite interaction avec les prévisions météorologiques. Ses objectifs sont d'évaluer la situation sanitaire, d'alerter et d'aider à adapter les mesures de gestion si besoin. Elle se concentre sur un nombre d'indicateurs réduits qui peuvent être suivis en temps quasi-réel à partir des données provenant des réseaux Oscour® (Organisation de la surveillance coordonnée des urgences) et SOS Médecins (permanence des soins de ville), ainsi que des décès enregistrés. Des études complémentaires épidémiologiques et sociologiques sont nécessaires pour aider à identifier les nouvelles formes de vulnérabilité et les adaptations nécessaires qui permettront de garantir l'efficacité des mesures de prévention et de gestion dans le futur.

La variété des scénarios des conséquences des événements météorologiques extrêmes (tempêtes, inondations...) oriente vers une surveillance réactive, s'adaptant aux spécificités et pouvant être renforcée rapidement sur un effet ou une population particulière. Une évaluation représentative et globale de l'impact sanitaire nécessite de préparer la combinaison de l'utilisation des données de consommation de soins (Oscour®, données de l'Assurance maladie...) et d'enquêtes transversales ou de cohorte qui permettent un recueil précis d'informations et de suivre l'évolution des événements de santé au niveau individuel. Pour cela, les épidémiologistes doivent être intégrés aux organisations de gestion de la crise et de ses conséquences sanitaires dès la phase de planification.

Dans tous les cas, la rigueur et l'optimisation nécessaires ne doivent pas être un obstacle à la souplesse et à la réactivité des systèmes de surveillance, afin que ceux-ci puissent s'adapter à tout moment aux modifications de la situation, et s'enrichir des retours d'expériences successifs.

Management of extreme weather events: need for an integrated and planned epidemiological answer in the organization of health and social response

In the near future, it is likely that the frequency of extreme meteorological events will increase. Anticipating them requires the organization of crisis and consequence management. Epidemiology can help guide preventive and health actions, through identification of exposed populations, detection of health events, and quantification of the health impact.

The epidemiological surveillance of heat waves is a component of the national heat wave plan, and is closely associated with the surveillance of meteorological forecasts. Its objectives are to evaluate the health situation, to alert, and to recommend preventive measures if needed. It focuses on a small number of health indicators that can be followed in near-real time, based on the data from networks of emergency hospital services (OSCOUR®) and emergency medical visits at home (SOS Médecins), as well as on registered fatalities. Additional epidemiological and sociological studies are needed to identify new kinds of vulnerabilities, and the adaptation measures needed to ensure the continued efficiency of preventive actions in the future.

The variety of possible scenarios and consequences of extreme weather events (storms, floods...) calls for reactive, specific surveillance, which can be rapidly reinforced for a given health effect or a given population. A global and representative assessment of the health impact necessitates both the use of data on health consumption (OSCOUR®, health insurance...) and data from cross-sectional or cohort studies to collect precise information, and to monitor the trends of health events at the individual level. To do so, epidemiologists must be involved in the organization of crisis and consequence management right from the planning stage.

In all cases, the necessary rigor and optimization needed should not be an obstacle to flexibility and reflexivity in surveillance systems, so that these latter can adapt rapidly to an evolving situation, and be improved through subsequent feedback.

Mots-clés / Key words

Changement climatique, catastrophes météorologiques, épidémiologie, gestion / Climate change, meteorological extreme events, epidemiology, management

Introduction

Les événements météorologiques extrêmes peuvent concerner les températures (vagues de chaleur, vagues de froid), les précipitations (fortes précipitations, inondations, sécheresse) et des phénomènes localisés comme les tempêtes et les cyclones. Les conditions météorologiques peuvent également favoriser les feux de forêt. Il est probable que le changement climatique se traduira par une augmentation en fréquence et en intensité de certains de ces événements y compris en France [1;2].

Ces événements extrêmes peuvent avoir des impacts humains, économiques et sociaux importants. La capacité à les anticiper et à prévenir leurs conséquences sera un élément-clé de l'adaptation au changement climatique. Pour réduire la vulnérabilité de notre société à ces

événements, cette anticipation doit être large et s'appuyer sur la mise en place d'actions de fond, par exemple en travaillant sur la conception des villes, des habitations, l'adaptation des cultures agricoles... Dans le même temps, il faut organiser la réponse face à la crise et la gestion de ses conséquences à moyen et long terme, afin notamment de réduire les effets sanitaires. Les moyens épidémiologiques mis en place suite à un événement météorologique extrême apportent des informations qui permettent d'orienter cette organisation. En effet, ils ont pour objectif de :

- détecter précocement un phénomène de santé et d'alerter ;
- quantifier l'impact sanitaire de l'événement ;
- identifier et caractériser les populations exposées ou les plus à risque ;

- et ainsi, aider à orienter et évaluer les actions de prévention et de prise en charge de ces événements inhabituels.

Une surveillance épidémiologique est ainsi organisée dès la survenue de l'évènement et peut être maintenue dans les suites de celui-ci, compte tenu de ses conséquences, avec pour objectif principal l'aide à l'action et pour caractéristique première la réactivité. Elle doit s'adapter aux spécificités de chaque évènement.

Cette surveillance peut s'accompagner d'études épidémiologiques permettant une analyse approfondie des effets sur la santé, de leur durée, des mécanismes de survenue et des facteurs favorisants. Ces études sont nécessaires pour identifier les vulnérabilités des différentes populations ainsi que les spécificités de prise en charge. Elles contribuent aussi à l'analyse de

l'impact sanitaire collectif à court et long-terme, ainsi qu'à l'évaluation de l'efficacité des mesures et politiques prises. Le temps de réalisation de ces études dépasse celui de l'alerte et de la réponse immédiate.

L'objet de cet article est de présenter la place et le rôle de la réponse épidémiologique dans la gestion des impacts sanitaires et sociaux des événements météorologiques extrêmes. Pour cela, deux exemples sont abordés : les vagues de chaleur d'une part, et les inondations et tempêtes d'autre part.

Les vagues de chaleur

Contexte et enjeux de santé publique

Depuis la canicule de 2003, qui avait mis en évidence une crise sanitaire centrée sur les urgences, la prise en charge des personnes âgées et la gestion des décès, plusieurs études épidémiologiques ont été réalisées. Elles ont permis de mieux connaître les populations vulnérables, la dynamique mortalité-morbidité pendant les vagues de chaleur, ainsi que les actions de prévention possibles [3-8]. Ces connaissances se sont traduites dans la pratique par la mise en place du Plan national canicule (PNC), visant à prévenir et à lutter contre les conséquences sanitaires d'une vague de chaleur. Lors d'une alerte, le PNC permet d'activer tout ou partie des mesures nécessaires à la gestion d'un tel événement.

Objectifs et principes du système de surveillance épidémiologique

Les alertes s'appuient sur des prévisions météorologiques, afin d'identifier les jours pour lesquels on pourrait s'attendre à une surmortalité importante [9]. Ce système est original dans le domaine de la vigilance météorologique puisque les seuils météorologiques ont été définis à partir d'une analyse de la relation entre température et mortalité sur les 30 dernières années. Chaque jour, l'alerte est proposée par Météo-France, et éventuellement discutée avec l'Institut de veille sanitaire (InVS). Par ailleurs, les vagues de chaleur peuvent toucher simultanément plusieurs dizaines de départements, ce qui induit un nombre très élevé d'informations à traiter dans un temps contraint.

Dans ce contexte, la surveillance sanitaire n'a pas pour objectif d'alerter, mais sert à vérifier que la situation sanitaire reste sous contrôle, afin d'adapter si besoin les mesures de gestion, de lever une alerte ou au contraire de la prolonger. Cette surveillance se concentre sur un nombre d'indicateurs réduits pouvant être suivis en temps quasi-réel : passages aux urgences des plus de 75 ans ou pour causes liées à la chaleur, recours à SOS Médecins, décès totaux de l'Insee, notamment par classe d'âge. Ces indicateurs ont été choisis en fonction de leur réactivité à la chaleur et de la qualité des données disponibles. Ils sont recueillis par les Cellules de l'InVS en région (Cire) pour des hôpitaux sentinelles, et analysés avec des méthodes statistiques prédéfinies (limites historiques, cartes de contrôle), afin d'identifier, pour une période donnée, une modification significative de l'amplitude de l'indicateur analysé. L'analyse statistique conduit

à une « alarme statistique », qui peut être liée à la qualité des données comme à un réel événement sanitaire. L'expertise épidémiologique des Cire est donc essentielle pour transformer cette alarme en signal sanitaire valide [10]. Ce dernier est alors transmis aux différents acteurs du système (Météo-France, InVS, Direction générale de la santé (DGS), Agences régionales de santé (ARS)) comme élément d'aide à la gestion.

Il s'agit d'un exemple de réponse très formalisée à un événement extrême, où les données sanitaires ont un rôle bien défini. Si cette formalisation est rendue possible par le corpus des connaissances disponibles sur les effets des vagues de chaleur et par les contraintes imposées au système d'alerte, elle ne doit cependant pas occulter l'importance d'une vision large de la surveillance et l'importance de la vigilance par ailleurs. Ceci est nécessaire pour pouvoir identifier des signaux inattendus (par exemple, des décès inexplicables chez des travailleurs plutôt jeunes ou pour coup de chaleur dans différentes entreprises...), hors procédure, mais qui pourraient être liés aux vagues de chaleur et nécessiteraient une investigation rapide. Des articulations fortes sont donc mises en place entre le système de surveillance syndromique, la veille locale ou nationale, et l'ensemble des partenaires de l'InVS.

En fin de saison, un premier bilan rapide d'une vague de chaleur est possible par l'estimation de la mortalité observée au regard de la mortalité de référence, afin d'identifier des événements et des vulnérabilités pouvant faire l'objet d'études plus approfondies [10].

Enfin, l'évolution des températures dans un contexte de changement climatique pose la question de l'adaptation des populations à des vagues de chaleur plus fréquentes et plus intenses dans les années à venir, peut-être plus humides. L'adaptation physiologique semble limitée et le vieillissement de la population et son urbanisation croissante (phénomène des îlots de chaleur) laissent présager une plus grande vulnérabilité à l'avenir. L'adaptation technologique est possible (techniques d'air conditionné, plan d'urbanisme visant à réduire l'îlot de chaleur urbain, renforcement du PNC), mais peut, à tout moment, être remise en cause par des considérations économiques et sociologiques. Dans ce contexte, le PNC devra se montrer souple et réactif. Les évolutions nécessaires devront s'appuyer notamment sur des études épidémiologiques, mais également sociologiques ou d'urbanisme, entre autres, pour analyser les mécanismes qui président à la survenue de l'impact des vagues de chaleur et évaluer l'efficacité des actions mises en place : meilleure compréhension de la dynamique mortalité-morbidité, analyse de l'efficacité des mesures proposées, émergence de nouvelles formes de vulnérabilité (interaction âge-isolation, données socio-économiques, urbanisme).

Les tempêtes et les inondations

Contexte et enjeux de santé publique

Comparés aux vagues de chaleur, ces événements se caractérisent par leur violence physique et se traduisent par des impacts visibles et directs

sur la population : morts violentes, destructions de maisons, des outils de travail. Ils entraînent bien souvent un choc sévère pour la population, dû à une rupture brutale de son espace environnemental et social dont l'importance dépasse les capacités de la communauté à y faire face. Ils se caractérisent également par une grande variabilité des scénarios et modalités d'exposition à des risques pour la santé. Leurs impacts sanitaires sont ainsi plus larges que les seuls décès et traumatismes physiques immédiats. Les bouleversements de l'environnement secondaires à la catastrophe (comme par exemple les conditions d'hébergement dégradées...) sont aussi susceptibles d'aggraver l'impact sanitaire [11-13]. Par exemple, des épidémies d'intoxications au monoxyde de carbone (CO) ont été observées suite à des inondations ou des épisodes de vents violents (Klaus) [12;13]. Dans certains cas, l'événement extrême pourrait s'accompagner d'une catastrophe industrielle avec possible libération de substances toxiques [14].

Les pertes de vies humaines, les dégâts matériels importants (logements, outils de travail) ont des impacts psychologiques pouvant être sévères [11;12;15]. Enfin, les conditions dans lesquelles les personnes affectées doivent se réinsérer après une catastrophe naturelle ajoutent un stress prolongé aux conséquences directes de la catastrophe (perte du logement...) [11;12;15]. C'est ainsi que l'impact sur la santé mentale, à la fois sur le court et long terme des catastrophes, a été mis en évidence à plusieurs reprises en France (inondations de la Somme en 1999 [15], du Gard en 2002 [16], de Bédarrides dans le Vaucluse en 1992 [11]), comme à l'étranger (ouragan Katrina en 2005 aux États-Unis [17]). Enfin, la santé mentale de l'individu et les conséquences socioéconomiques collectives de la catastrophe peuvent interagir négativement. Ce mal-être psychosocial peut notamment se traduire par une augmentation de la prévalence de la toxicomanie, de la survenue des actes de violences, qui sont autant d'indicateurs d'un mal-être collectif qu'individuel. Il convient de prendre en compte ces interactions dans les actions de prévention comme pour les objectifs de surveillance épidémiologique sur le long terme au sein des communautés impactées [18], notamment en ciblant les sous-groupes de population socialement plus à risque.

La surveillance et les études épidémiologiques jouent un rôle important pour identifier et objectiver l'ensemble de ces impacts sanitaires à court, moyen et long terme et, ainsi, orienter les recommandations visant à les atténuer. Ces recommandations pourront servir pour l'événement en question, mais aussi pour les événements futurs.

Objectifs et principes de la réponse épidémiologique après une inondation ou une tempête

En phase immédiate post-événement, les premiers objectifs de l'épidémiologiste sont d'identifier les populations affectées, de prioriser les effets aigus et différés à surveiller selon la nature, le lieu et l'étendue de la catastrophe, et d'alerter sur la survenue éventuelle d'effets inhabituels.

Ces objectifs nécessitent la synthèse rapide des informations disponibles au regard du scénario de l'événement (bibliographie, informations issues des services publics et acteurs de la gestion immédiate, systèmes de surveillance, liste des établissements sensibles, cartographies des dégâts ou des zones inondées...) pour connaître le nombre de victimes, de blessés et de personnes exposées, les effets observés, les dégâts matériels et agricoles... Dans cette phase, toutes les ressources sanitaires sont déjà fortement mises à contribution, voire débordées. Les systèmes de surveillance doivent donc être simples, limités dans le temps et prioriser les événements de santé à surveiller, en s'appuyant au maximum sur les systèmes déjà existants : les dispositifs de médecine d'urgence (Oscour®, SOS Médecins), la déclaration informatisée des décès au niveau des communes, ou des systèmes de surveillance spécifiques (système de surveillance des intoxications au CO). En parallèle, le réseau d'offre de soins (médecins libéraux ou spécialistes) peut constituer un réseau d'alerte signalant la survenue d'événements de santé inhabituels [12;19]. En cas de déploiement exceptionnel de dispositifs de prise en charge sanitaire sur le terrain, une collecte médicale de base devra avoir été prévue et fera l'objet d'une analyse centralisée en temps quasi-réel. C'est ainsi qu'il a été demandé à chaque personnel de santé, membre du dispositif de prise en charge psychologique renforcé mis en place suite à la tempête Xynthia survenue fin février 2010, de remplir un questionnaire épidémiologique rapide permettant aussi de mesurer l'activité du dispositif. La Cire Limousin-Poitou-Charentes a pu ainsi identifier les populations utilisant ce dispositif spécifique, ainsi que les populations vulnérables. Elle a pu montrer l'évolution du recours à ce système et apporter des éléments sur l'évolution de l'impact sur la santé mentale, aussi bien de l'événement primordial que de ses conséquences à moyen terme. Ces informations ont permis d'adapter le dispositif en prolongeant son existence au-delà du mois prévu et en justifiant sa fermeture six mois plus tard. Elles ont aussi permis d'identifier la nécessité d'un lieu de consultation de proximité supplémentaire, dans une commune non prévue lors de la mise en place initiale du dispositif [20].

La surveillance épidémiologique doit être souple et réactive afin de s'adapter aux scénarios spécifiques des événements et aux réponses mises en place et pouvoir, selon le contexte sanitaire et social sur le terrain, être renforcée rapidement sur un effet sanitaire ou une zone particulière. C'est ainsi que, dès l'annonce des inondations du Var en juin 2010, la Cire Sud en collaboration avec l'Observatoire régional des urgences de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, ont permis en temps réel aux urgentistes des 3 hôpitaux alentours d'étiqueter tout enregistrement des passages aux urgences qu'ils jugeaient en rapport avec l'inondation [21]. De même, c'est l'analyse des motifs de recours aux urgences, renseignés en texte libre à l'hôpital de Mont-de-Marsan, qui a permis de mettre en évidence un nombre important de visites en lien avec l'utilisation d'une tronçonneuse, dans le mois après la tempête Klaus qui a durement frappé le département forestier des Landes (29 visites en lien avec un

accident de tronçonneuse contre 6 le même mois de l'année précédente) [22].

L'accent doit être mis sur la sensibilité des systèmes de surveillance, les événements détectés faisant l'objet de vérification par la suite. Au besoin, cela se fait par des investigations épidémiologiques de terrain, dont les critères standardisés permettent de valider la réalité d'une alerte de santé publique. Ainsi, les investigations faites dans le cadre du système de surveillance des intoxications au CO suite à la tempête Klaus, où 109 épisodes d'intoxication au CO ont été dénombrés, ont montré que la majorité de ceux-ci était liée à l'utilisation de groupes électrogènes comme source palliative d'électricité [13].

À moyen terme, des études épidémiologiques doivent préciser la nature de l'impact, évaluer son importance et en suivre les tendances spatiales et temporelles. Ces études peuvent utiliser les systèmes d'information médico-économiques (données de remboursement de l'Assurance maladie, PMSI), comme cela a été fait pour suivre l'impact de l'inondation du Gard en 2002 [16]. La surveillance épidémiologique peut aussi utiliser des systèmes d'information existant au préalable, bien que non prévus pour surveiller l'état de santé des populations (exemple : délits enregistrés) ou des sources d'information plus adaptées à certaines populations marginalisées (cf. informateurs d'associations locales de soutien social). Les études épidémiologiques peuvent aussi prendre la forme d'enquêtes transversales ou d'enquêtes de cohorte qui permettent un recueil précis d'informations et de suivre l'évolution des événements de santé (santé mentale, par exemple) au niveau individuel (inondations de Bédarrides [11] ou de la Somme [15]). Ces enquêtes gagneraient à être lancées très rapidement après la survenue de l'événement, avant que les populations ne soient dispersées et perdues de vue, et tant que les mesures d'exposition sont encore possibles et moins liées au biais de mémoire [23].

Les expériences passées montrent que l'analyse épidémiologique de l'impact des tempêtes a souvent été incomplète. Or, c'est la combinaison des informations apportées par ces différents outils épidémiologiques qui permettra une évaluation représentative et globale de l'impact sanitaire d'une tempête. L'objet du Programme de préparation de la réponse épidémiologique aux accidents industriels et catastrophes (Peraic) de l'InVS est d'intégrer ces différents outils et de préparer cette réponse épidémiologique globale en amont [24]. Pour cela, les épidémiologistes doivent être identifiés par les acteurs de la gestion de la crise. Ils doivent convaincre les gestionnaires et décideurs d'intégrer la surveillance épidémiologique dans les plans de préparation à la gestion de ces événements et dans les retours d'expérience des événements passés. La préparation de la surveillance épidémiologique se fait avec les professionnels de santé locaux (cellules d'urgence médico-psychologique, Samu, pompiers, médecins généralistes, centres hospitaliers) avec lesquels sont définis les sources de données et les modalités de recueil, les analyses et indicateurs produits en routine, les processus d'alerte (seuils d'alerte) et d'investigation épidémiologique. L'organisation de l'interaction

entre épidémiologistes et acteurs locaux doit être planifiée en prévision des catastrophes, en intégrant ceux-ci dans les centres de gestion de crise, par exemple au sein de la cellule régionale d'appui de l'ARS qui est en interaction étroite et permanente avec la préfecture. De même, l'État doit se donner les moyens techniques, organisationnels et logistiques de lancer les études épidémiologiques individuelles qui s'avèrent nécessaires très rapidement après la survenue d'une tempête (mise en place de comités scientifiques et de suivi, choix des critères de lancement et principes de réalisation).

Conclusion

Les événements climatologiques extrêmes sont encore imprévisibles, si ce n'est à très court terme, quant à la date et le lieu de leur survenue. Néanmoins, la réponse à ces événements mérite une planification attentive et la surveillance épidémiologique doit y être intégrée, au niveau régional comme national, car elle revêt un intérêt de santé publique majeur en apportant des informations essentielles à la gestion de crise. Dans la réponse à ces événements, la présence d'épidémiologistes se justifie dès le début de l'alerte météorologique, les événements sanitaires pouvant qualifier la gravité de l'impact et devenir un des critères d'alerte. Les préparations épidémiologiques aux inondations et tempêtes et aux vagues de chaleur sont deux exemples répondant à des enjeux différents impliquant des modes de structuration différents. Dans le cas des vagues de chaleur, une grande formalisation de l'intégration des résultats de la surveillance épidémiologique dans les plans de gestion est désirée par les décideurs. Ceux-ci ne veulent pas revivre la canicule de 2003 dont l'ampleur avait surpris et dépassé les capacités de réponse des systèmes de prise en charge sanitaire au niveau national. Cette formalisation est facilitée aussi du fait que le panel des effets attendus est *a priori* limité. Dans le cas des inondations et des tempêtes, les scénarios des événements sont plus variés, aussi bien pour ce qui concerne l'intensité de ces phénomènes que pour les effets possibles. De plus, les acteurs de la gestion avec lesquels les épidémiologistes doivent interagir sont à la fois plus nombreux et plus centrés sur la protection des populations. Ces caractéristiques demandent avant tout une grande flexibilité et adaptabilité des épidémiologistes, ainsi que de la surveillance proposée. Mais dans tous les cas, les systèmes de surveillance épidémiologique post-catastrophe météorologique doivent pouvoir marier exigences de rigueur et d'optimisation aux qualités de souplesse et de réflexivité (capacité d'auto-analyse et d'auto-évaluation régulière) si l'on désire qu'ils puissent s'adapter à tout moment aux modifications de la situation, et s'enrichir des retours d'expériences successifs.

Références

- [1] IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. Special report : Managing the risks of extreme events and disasters to advance climate change adaptation. Summary for policymakers. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2011. 19 p. Disponible à : <http://ipcc-wg2.gov/SREX>
- [2] Solomon SD, Quin D, Manning M, Chen Z, Marquis M, Averyt KB, *et al.* Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the

- Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press; 2007. 996 p.
- [3] 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):309-7.
- [4] Le Tertre A, Lefranc A, Eilstein D, Declercq C, Medina S, Blanchard M, *et al.* Impact of the 2003 heatwave on all-cause mortality in 9 French cities. *Epidemiology.* 2006;17(1):75-9.
- [5] Ledrans M. Impact sanitaire de la vague de chaleur de l'été 2003 : synthèse des études disponibles en août 2005. *Bull Epidémiol Hebd.* 2006;(19-20):130-7.
- [6] Le Tertre A, Laaidi K, Josseran L, Wagner V, Jouglé E, Empereur-Bissonnet P, *et al.* Première estimation de l'impact de la vague de chaleur sur la mortalité durant l'été 2006, France. *Bull Epidémiol Hebd.* 2007;(22-23):190-2.
- [7] Rey G, Fouillet A, Bessemoulin P, Fraysinet P, Dufour A, Jouglé E, *et al.* Heat exposure and socio-economic vulnerability as synergistic factors in heat-wave-related mortality. *Eur J Epidemiol.* 2009;24(9):495-502.
- [8] Vandentorren S, Bretin P, Zeghnoun A, Mandereau-Bruno L, Croisier A, Cochet C, *et al.* August 2003 heat wave in France: risk factors for death of elderly people living at home. *Eur J Public Health.* 2006;16(6):583-91.
- [9] Pascal M, Laaidi K, Ledrans M, Baffert E, Caserio-Schönemann C, Le Tertre A, *et al.* France's heat health watch warning system. *Int J Biometeorol.* 2006;50(3):144-53.
- [10] Pascal M, Laaidi K, Ung A, Beaudou P. Méthodes d'analyse de l'impact sanitaire des vagues de chaleur : suivi en temps réel, estimation *a posteriori*. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2011. 48 p. Disponible à : <http://www.invs.sante.fr/>
- [11] Verger P, Rotily M, Hunault C, Brenot J, Baruffo E, Bard D. Assessment of exposure to a flood disaster in a mental-health study. *J Expo Anal Environ Epidemiol.* 2003;13(6):436-42.
- [12] Verger P, Aulagnier M, Schwoebel V, Lang T. Démarches épidémiologiques après une catastrophe. Anticiper les catastrophes : enjeux de santé publique, connaissances, outils et méthodes. Paris: La Documentation Française; 2005. 265 p.
- [13] Coquet S, Mansotte F, Cabot C, Ricoux C, Sauthier N, Motreff Y, *et al.* Phénomène climatique exceptionnel et intoxications au monoxyde de carbone : de la surveillance à l'action de santé publique, France, Sud-Ouest, janvier 2009. *Bull Epidémiol Hebd.* 2011;(45-46):467-71.
- [14] Appel A. After Katrina: tracking the toxic flood. *Nature.* 2005;437(7058):462.
- [15] Ligier K, Ganiayre F, Zielinski O, Illef D, Trugeon A, Guillaumont C, *et al.* Health survey among flood victims in the Somme area. *Rev Epidémiol Sante Publique.* 2005;53(6):658-65.
- [16] Six C, Mantey K, Franke F, Pascal L, Malfait P. Étude des conséquences psychologiques des inondations à partir des bases de données de l'Assurance maladie, département du Gard, septembre 2002. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2008. 23 p. Disponible à : http://www.invs.sante.fr/publications/2008/inondation_gard/index.html
- [17] Galea S, Brewin CR, Gruber M, Jones RT, King DW, King LA, *et al.* Exposure to hurricane-related stressors and mental illness after Hurricane Katrina. *Arch Gen Psychiatry.* 2007;64(12):1427-34.
- [18] Yun K, Lurie N, Hyde PS. Moving mental health into the disaster-preparedness spotlight. *N Engl J Med.* 2010;363(13):1193-5.
- [19] Tsouros AD, Efstrathiou PA. Mass gatherings and public health. The experience of the Athens 2004 Olympic Games. Geneva: WHO; 2007. 377 p.
- [20] Raguenaud ME, Germonneau P, Pirard P, Motreff Y. Surveillance des conséquences psychologiques suite à la tempête Xynthia en Charente-Maritime en 2010. Saint-Maurice: Institut de veille sanitaire; 2011. 29 p. Disponible à : <http://www.invs.sante.fr>
- [21] Cire Sud. Bulletin de veille sanitaire Paca-Corse n°3, juillet 2011. 8 p. Disponible à : <http://www.invs.sante.fr/Publications-et-outils/Bulletin-de-veille-sanitaire/Tous-les-numeros/Sud/Bulletin-de-veille-sanitaire-Paca-Corse-n-3-juillet-2011>
- [22] Verrier A, Motreff Y, Pirard P. Encadré 1. Surveillance épidémiologique activée lors de la tempête Klaus. In: Astagneau P, Ancelle T (dir). Surveillance épidémiologique. Paris: Lavoisier; 2011. p 233.
- [23] Lang T, Schwoebel V, Diene E, Bauvin E, Garrigue E, Lapiere-Duval K, *et al.* Assessing post-disaster consequences for health at the population level: experience from the AZF factory explosion in Toulouse. *J Epidemiol Community Health.* 2007;61(2):103-7.
- [24] Pirard P, Motreff Y, Schwoebel V, Ricoux C. Encadré. Préparation en réponse aux accidents industriels et catastrophes (Peraic). *Bull Epidémiol Hebd.* 2009;(35-36):386-7.