

La mortalité comme expression de la vulnérabilité humaine face aux catastrophes naturelles : deux inondations récentes en France (Xynthia, var, 2010)

Freddy Vinet, Laurent Boissier and Stéphanie Defossez

Volume 11, Number 2, September 2011

URI: <https://id.erudit.org/iderudit/1009359ar>

[See table of contents](#)

Publisher(s)

Université du Québec à Montréal
Éditions en environnement VertigO

ISSN

1492-8442 (digital)

[Explore this journal](#)

Cite this article

Vinet, F., Boissier, L. & Defossez, S. (2011). La mortalité comme expression de la vulnérabilité humaine face aux catastrophes naturelles : deux inondations récentes en France (Xynthia, var, 2010). *VertigO*, 11(2).

Article abstract

This paper analyses the fatalities related to two recent floods in France. The first flood event was a nightly sea surge due to Xynthia windstorm on the Atlantic coast in February 2010 the 28th. The second was a flash flood which struck the department of Var in the French Mediterranean region in June 2010 the 15th. The death tolls are respectively 41 and 26 fatalities. The characteristics of each fatality and the circumstances of death are accurately examined. In the first case, elderly people were surprised while they were sleeping and were drowned in their home. In the case of flash flood the characteristics of victims are diversified ; traffic-related deaths are numerous. The demonstration focuses on the factors that explain mortality : water depth, type of housing, vulnerability of people. The paper concludes discussing the effectiveness of prevention measures and caution messages that must be adapted to natural and human local context (age of people, kind of flood...)



Freddy Vinet, Laurent Boissier et Stéphanie Defossez

La mortalité comme expression de la vulnérabilité humaine face aux catastrophes naturelles : deux inondations récentes en France (Xynthia, var, 2010)

Introduction

- 1 Il est de plus en plus admis que les bilans des catastrophes sont la combinaison d'un phénomène physique extrême, mais aussi d'enjeux humains et socio-économiques accumulés et caractérisés par une vulnérabilité plus ou moins grande. Ainsi, dans le cadre de la prévention des catastrophes naturelles est-il de plus en plus recommandé d'agir dans le but de réduire cette vulnérabilité (World Bank, 2010). Toutefois, il est tout aussi clair que l'on dispose parfois de peu d'informations aptes à qualifier cette vulnérabilité. Qu'est-ce qu'une population vulnérable ? Qu'est-ce qu'une personne vulnérable ? Dans ce domaine, on procède souvent par analogie : par exemple les personnes âgées sont vulnérables à différents risques donc elles sont vulnérables face aux catastrophes naturelles. On procède par la même analogie pour les enfants. De plus, si des bases de données générales recensent les bilans des catastrophes dans le monde, il existe peu d'étude épidémiologique portant spécifiquement sur les circonstances de décès en cas de catastrophes naturelles. Dans le cadre de cet article, l'hypothèse de départ, suivant celle de Ruin (2007) est que l'étude fine des profils des victimes et des circonstances de décès lors des inondations enrichit l'évaluation des mesures de prévention. Après avoir précisé les enjeux de l'enquête et la méthode d'acquisition des données, une approche comparative sera menée sur le profil des victimes et sur les circonstances de décès lors de deux inondations récentes en France : la submersion marine liée à la tempête Xynthia sur la côte atlantique et les crues torrentielles dans le Var. L'article se termine en portant la discussion autour des enseignements qu'apporte cette analyse des décès dans l'évaluation de la pertinence des mesures de prévention.

Les enjeux de l'étude des décès liés aux catastrophes naturelles

- 2 Les décès lors des catastrophes naturelles révèlent des drames immenses difficiles à surmonter. Elles frappent brutalement des personnes qui pour la plupart ignoraient leur exposition à un risque potentiel. S'intéresser à ces drames peut alors paraître une préoccupation morbide voire indécente pourtant elle nous paraît source d'enseignements fondamentaux pour améliorer la prévention des catastrophes.
- 3 Au niveau international, il existe des bases de données qui recensent les catastrophes naturelles et leurs conséquences. L'International Disaster Database EM-DAT est la plus connue (Hoyois et Guha-Sapir, 2005). Elle consigne pour chaque catastrophe un certain nombre de paramètres : nombre de décès, coût évalué des dommages, nombre de personnes évacuées... L'analyse de cette base de données montre que le nombre de personnes décédées est particulièrement élevé en Europe du Sud (Italie) et en Europe de l'est (Russie, Roumanie...). Cependant, le seuil de détection de cette base est garanti, selon ses auteurs, à partir de 10 décès. Pour la France, la base du CRED (Centre for Research on the Epidemiology of Disasters) recense 38 inondations depuis la fin des années 1970. Si elle est très précise pour les dix dernières années, les classements par type d'événements sont parfois aléatoires. L'épisode de Vaison-la-Romaine en 1992 qui fit plus de 40 morts est enregistré sous la rubrique « storm » et non en tant que « flood ». La réalisation d'au moins un des critères suivants permet l'enregistrement dans la base de données CRED : au moins 10 décès, au moins 100 personnes affectées (évacuées ou déplacées), la déclaration d'un état d'urgence ou l'appel à l'aide internationale.

- 4 Cependant, à cette échelle (échelle mondiale) les bilans sont globaux et la localisation des victimes et des catastrophes en général reste imprécise. Ainsi il n'existe pas d'étude et de recensement systématique détaillé des victimes des inondations. Dans les pays pauvres, les bilans massifs découragent toute tentative d'épidémiologie détaillée post catastrophe. Dans les pays riches, on considère souvent que les bilans sont trop faibles pour être significatifs. Les décès sont considérés comme fortuits (Torterotot, 1993 : 49). Il est admis que la mortalité due aux catastrophes naturelles a diminué dans les pays riches depuis le début du XX^{ème} siècle (Pielke, 2000). Les données de mortalité due aux catastrophes naturelles aux États-Unis attestent de cette baisse (Henson, 2001 : 244). Cependant depuis 1975, le nombre annuel de victimes des inondations y stagne autour de 100 par an. Les progrès liés à l'amélioration de la prévision et des secours sont-ils amenuisés par une augmentation de l'exposition, notamment les constructions en zone inondable et les déplacements automobiles ? De plus, le bilan de l'ouragan Katrina (1464 morts, d'après Jonkman et al, 2009) a montré que les catastrophes mortelles n'étaient pas exclusives des pays pauvres. On notera au passage la difficulté pour obtenir un bilan fiable des décès après Katrina (Jonkman et al., 2009). Ceci explique le regain d'intérêt pour l'évaluation rétrospective et prospective des bilans humains lors des catastrophes. Aux États-Unis, le National Weather Service (NWS) alimente une base de données recensant les décès dus aux inondations (Pielke, 2000 ; French et al., 1983) et aux catastrophes naturelles en général (Henson, 2001). Cette démarche n'est toutefois pas généralisée comme le font remarquer les spécialistes mondiaux en la matière (Jonkman, 2005 ; Jonkman et al, 2003). Cette absence est étonnante compte tenu de l'intérêt de mieux connaître les circonstances de décès dus aux inondations (Antoine et al., 2001 ; Ahern et al., 2005) et de la multiplication des recherches sur les comportements des sinistrés en cas de crise (Ruin et Lutoff, 2004 ; Gruntfest et Handmer, dir., 2001) ou sur la vulnérabilité des personnes exposées au risque inondation (Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA)/Environment Agency, 2003).
- 5 Il n'existe pas en France de base de données centralisée et détaillée sur les victimes des inondations (Boissier et Vinet, 2009). Comment expliquer ce désintérêt pour l'étude des victimes de la part des géographes, des épidémiologistes ou des spécialistes de la sécurité publique ? Les raisons qui expliquent ce peu d'intérêt pour l'épidémiologie des catastrophes naturelles sont multiples :
- les décès sont une question taboue, difficile à aborder. La sensibilité des populations et des autorités est très forte après les sinistres et il faut souvent attendre quelques mois (Gaume et Borga, 2008, 177) pour que le recueil de témoignages et de données soit optimum.
 - le nombre de décès est considéré dans les pays développés comme faible, voire négligeable (Torterotot, 1993).
 - les décès sont inévitables, ils formeraient dans les pays développés un « dommage incompressible » sur lequel on ne peut agir.
- 6 Tout se passe finalement comme si la mortalité due aux inondations était résiduelle, négligeable (car non quantifiable économiquement ?), irréductible, et comme si son étude épidémiologique ne méritait pas attention. C'est un paradoxe étonnant lorsque l'on sait que l'État et les acteurs locaux affichent la protection des personnes comme une priorité et que le décès d'une personne est considéré comme intolérable par les médias.
- 7 Ainsi, toutes les conclusions sur les décès intervenant lors des catastrophes naturelles, sur la vulnérabilité des personnes ou sur la façon de réduire ces bilans reposent sur des préjugés (« on pense que » les personnes âgées sont les plus vulnérables ou que les enfants sont les plus vulnérables donc il faut faire porter la prévention sur eux) ou sur un savoir empirique des populations sinistrées ou des services de secours qui n'est pas capitalisé. Les présupposés sur la vulnérabilité des personnes face aux catastrophes naturelles procèdent par analogies et généralités métonymiques (*les femmes et les enfants d'abord !*).
- 8 L'autre constat c'est que la séparation des compétences entre les ministères et les administrations chargés de la gestion des risques ne favorise pas l'étude de la vulnérabilité humaine. En France, le secours aux personnes et la gestion de crise relèvent du Ministère

de l'Intérieur et des Départements par le biais des Services Départementaux d'Incendie et de Secours (SDIS), la prévention des inondations relève du Ministère de l'Écologie, du Développement Durable du Transport et du Logement (MEDDTL) et les études épidémiologiques sont de la compétence du Ministère de la Santé et des Agences régionales de santé (ARS). Ceci explique en partie le faible nombre de recherches sur les victimes directes des catastrophes naturelles. En France, la base de données de l'Agence Nationale pour l'Étude de la Neige et des Avalanches (Anena) sur les victimes d'avalanches est alimentée par la récolte d'une fiche après chaque avalanche (en lien avec les cartes de localisation probable des Avalanches (CLPA) qui apportent des informations sur la localisation des victimes recensées). Certaines informations sont mises en ligne, d'autres restent confidentielles (<http://www.anena.org>). En revanche, alors que se multiplient les bases de données et divers indicateurs associés, il n'existe pas, en France, de recensement et d'analyse systématique des décès dus aux inondations et aux catastrophes naturelles en général.

9 Nous soutenons l'idée que les décès ne sont pas « fortuits » et qu'ils traduisent outre l'exposition à l'aléa, une forte vulnérabilité des personnes. Dans le cas des inondations, la vulnérabilité peut se chercher dans la capacité des personnes à résister à l'eau (courant, température, hauteur d'eau) capacité elle-même liée à l'âge ou à la santé de la personne indépendamment de sa perception du danger au moment de sa prise de décision. La capacité de protection est aussi selon nos hypothèses un facteur de vulnérabilité. L'inadaptation du bâti est de plus en plus désignée comme responsable des bilans humains et matériels en cas d'inondation. Elle s'entend comme étant la propension à l'endommagement du bâti et sa capacité à protéger les personnes par la présence d'un étage refuge ou d'une évacuation de toit par exemple (Kelman, 2004). Enfin une vulnérabilité plus « active » se traduit par des comportements à risque, conscients ou inconscients (Ruin, 2007 ; Wilson, 2006) notamment liés aux déplacements. Les études récentes menées sur les relations entre les données de dommages (les victimes sont considérées comme des « dommages humains ») et la prévention (Tsuchiya Y, Kawata Y, 1981) montrent un réel engouement pour ces thématiques. Les travaux d'Isabelle Ruin (Ruin, 2007 ; Ruin et Lutoff, 2004) ont ouvert la voie à un vaste et original domaine d'investigation en montrant comment la prise de risque était un élément de définition de la vulnérabilité qu'on a trop tendance à considérer comme « passive ». La connaissance et l'identification des conduites à risque, appliquées aux cas des risques naturels sont à développer pour mieux valoriser les connaissances issues de la recherche dans la prévention. Les progrès en matière de prévention des catastrophes viendront d'une confrontation entre d'un côté la recherche sur l'aléa inondation (objet des scientifiques et des ingénieurs) et d'autre part les dommages et les actions et consignes de prévention, domaine dans lequel les géographes ont acquis un savoir-faire reconnu.

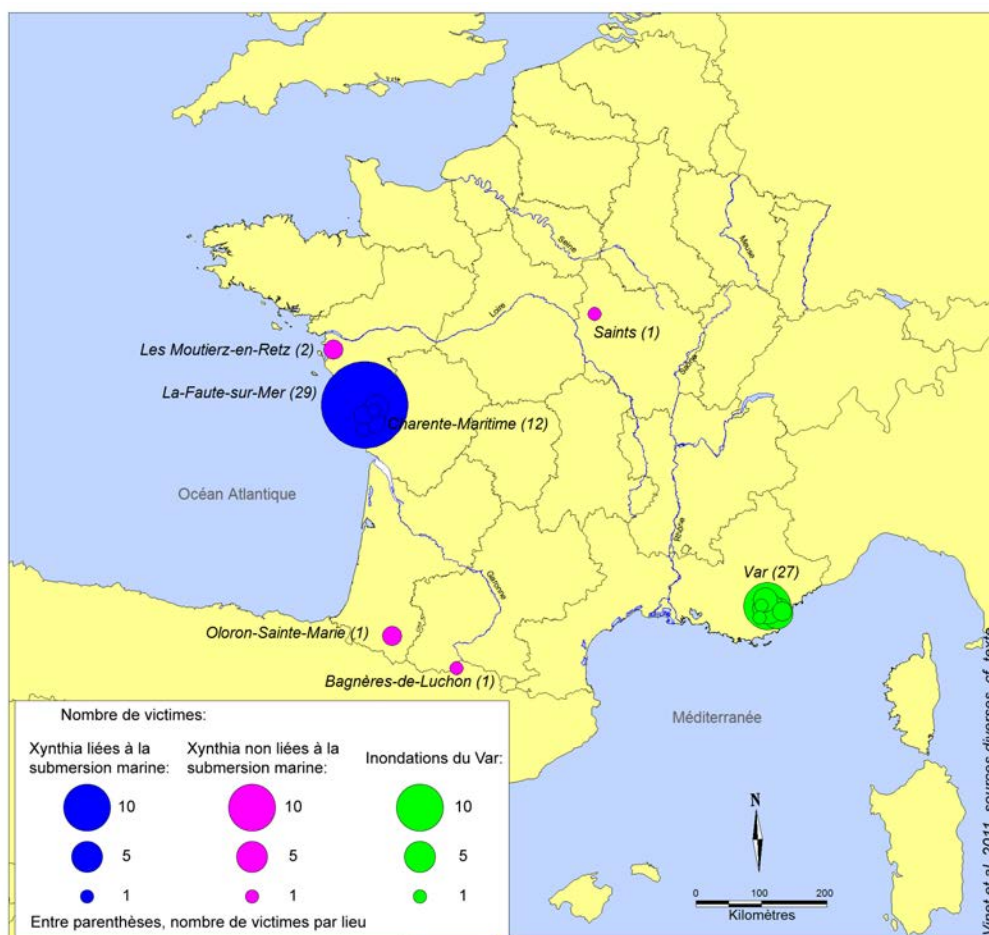
10 Les consignes de sécurité reposent sur le savoir-faire et l'expérience des professionnels de la prévention (autorités, assureurs) ou de la gestion de crise (sapeurs-pompiers). Pourtant ce savoir n'est pas capitalisé. Ainsi, les consignes données en prévention ou en cas d'alerte ne sont pas fondées sur une épidémiologie précise des décès dus aux catastrophes naturelles. Faut-il confiner les personnes ou les évacuer ? Quelle est la part de prise de risque, d'imprudence ? Les décès ont-ils lieu majoritairement à domicile, lors des déplacements, sur les lieux de travail ? Y a-t-il une part incompressible de décès liés à des imprudences ou à une forte vulnérabilité ? Quand déclencher les consignes de sécurité ? Comment éviter les décès indirects (malade sous respiration assistée décédé à la suite d'une coupure d'électricité, intoxication suite à chauffage défectueux...) ? Quelles sont les activités « à risque » en phase de crise et de post crise ? Les consignes de sécurité sont-elles respectées en cas de panique ?

11 L'étude des victimes est encore trop réservée en France à l'épidémiologie médicale (Six et al., 2008 ; Duclos et al. 1991 ; CIRE Sud ARS PACA, 2010) et la recherche interdisciplinaire doit se développer en particulier pour mettre en lien le profil des victimes et les circonstances de décès avec la prévention et la gestion de crise (Tapsell et al., 2002).

Deux scénarios d'inondation radicalement différents

- 12 Si les bilans des inondations semblaient en régression, les deux inondations meurtrières (figure 1) qui ont touché la France à cent jours d'intervalle ont particulièrement marqué les esprits en 2010. Ces deux catastrophes ont suscité des réactions médiatiques, politiques et sociales. Les scénarios des inondations sont totalement différents. Le premier événement dans l'ordre chronologique fut la tempête Xynthia, tempête assez banale dans ses caractéristiques, mais qui a engendré une submersion marine sur les côtes vendéennes et charentaises. Les crues du 15 juin 2010 dans le Var sont assez caractéristiques des événements torrentiels méditerranéens à l'exception peut-être de la date, qui peut paraître un peu atypique, les événements récents ayant eu lieu plutôt à l'automne (inondations dans le Gard en septembre 2002 et dans l'Aude en novembre 1999 avec respectivement 24 et 35 morts). Avant d'envisager en détail les conséquences humaines de ces deux événements, il convient d'en rappeler les scénarios.

Figure 1. Les décès dus aux inondations lors de la tempête « Xynthia » et des crues du Var



Xynthia : la submersion marine

- 13 La tempête Xynthia et la submersion marine associée ont entraîné le décès de 47 personnes dont 41 décès liés à la submersion marine. Un tel bilan pour ce type d'événement est une première en France pourtant le phénomène n'est pas inconnu (Garnier, 2010). La tempête Xynthia se forme très au sud pratiquement à la latitude du tropique du Cancer puis se déplace vers le Nord ouest selon une trajectoire assez atypique. La dépression est observée au sud du Golfe de Gascogne le samedi 27 février vers 18h puis remonte vers le nord ouest. Elle passe à la verticale de la Loire-Atlantique le dimanche vers 2h 50 HL (heure locale GMT +1) la pression en son centre est au minimum (969 hPa). Sur le flanc sud de la dépression c'est-à-dire sur les côtes de Vendée et de Charente les vents moyens sont de l'ordre de 110 à 120 km.h⁻¹. Les vitesses maximales de vents furent assez homogènes entre l'intérieur et le littoral. Le littoral traditionnellement exposé à des rafales plus puissantes a subi des vitesses maximales

de vent instantanées de l'ordre de 140 à 160 km.h⁻¹ (160 km⁻¹ à l'île de Ré et 140 km/h⁻¹ à l'île d'Oléron), mais Météo-France a mesuré jusqu'à 160 km.h⁻¹ à Scillé dans les Deux-Sèvres et plus de 130 km.h⁻¹ à Fontenay-le-Comte (85). Ces vitesses de vents élevées ne sont pas exceptionnelles et elles furent par exemple largement dépassées lors de la tempête Martin le 27 décembre 1999 qui reste la tempête de référence dans le centre ouest de la France. Les vitesses de vent avaient dépassé 200 km.h⁻¹ à la pointe de Chassiron à l'extrémité occidentale de l'île d'Oléron (Baleste et al., 2001). Il faut souligner que la tempête avait été bien prévue par Météo-France et que quatre départements avaient été mis à juste titre en vigilance rouge dès le samedi après-midi. Cependant, la surcote marine générée par la tempête a surpris tout le monde. D'après les données du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM), cette surcote a été maximale dans l'anse de l'Aiguillon et sur les côtes de Charente-Maritime. Elle a atteint environ 1,5 m dans le port de la Rochelle (Assemblée nationale, 2010). La surcote a coïncidé avec une marée haute de vives-eaux (coefficient 102). Le niveau de la mer dans l'estuaire du Lay (sud-Vendée) a atteint 4,7m NGF. Ainsi dans de nombreux endroits et particulièrement à la faute sur mer où l'on a recensé le plus grand nombre de victimes (29) les digues ont été submergées. On trouve trace de cette submersion en de nombreux endroits sur le terrain à l'arrière des digues suite à des remaniements de graviers ou des laisses de mer.

14 On est en présence d'une submersion marine « pure » qui n'a pas été aggravée par des afflux d'eau continentale en particulier dans l'estuaire du Lay à la Faute-sur-Mer puisque les précipitations relevées dans le sud Vendée et en Charente ont été faibles, de l'ordre 10 à 20 mm seulement.

15 Cela signifie que si la configuration des événements qui ont engendré la submersion marine est singulière, elle n'est pas exceptionnelle et peut se reproduire avec des paramètres majorés (vitesse de vent plus forte, coefficient de marée plus élevé combiné a des afflux d'eau continentaux) comme l'ont souligné les rapports de retour d'expérience (MEEDDM, 2010).

Les crues torrentielles dans le Var

16 Le 15 juin 2010, un épisode pluviométrique intense touche le département du Var et entraîne le décès de 26 personnes. La veille, Météo-France plaçait 11 départements du sud de la France en vigilance orange. Ce sont finalement plusieurs vagues de précipitations qui affectent principalement l'Est varois dans la journée du 15 et la nuit suivante pour un épisode de 18 heures qui s'étend du 15 juin 7 h au 16 juin 1 heure HL (heures légales soit heures UTC + 2).

17 La dépression d'altitude centrée sur le golfe de Gascogne migre dans la journée du 15 juin vers les Pyrénées. La masse d'air est déstabilisée à moyenne altitude par de l'air froid tandis qu'au sol, une convergence de vents (dans une masse d'air chaud et humide) bloque un système convectif de méso-échelle linéaire qui déverse d'abondantes précipitations (Artigue et al., 2010). Cette situation de blocage est générée par deux anticyclones localisés sur le large de l'Atlantique et sur l'Europe (Charroin, 2010).

18 Les premières pluies concernent les secteurs d'Hyères et de Toulon avec plus de 75 mm/h et des cumuls supérieurs à 150 mm. Puis s'opère un décalage sur le secteur de Draguignan à la mi-journée avec des intensités de plus de 100 mm/h ponctuellement, mais surtout des averses alors peu mobiles. Enfin, après une brève accalmie en fin d'après-midi, une troisième vague touche le secteur de Sainte-Maxime/Saint-Tropez et une nouvelle fois Draguignan (avec 50 mm/h). Les pluies ne faiblissent finalement qu'après minuit. Ainsi, on observe un cumul de précipitations de l'ordre de 150 mm en moyenne sur une grande partie du département du Var. Sur une zone plus réduite de l'Est varois (notamment sur la rive droite du bassin versant de la Nartuby), ce sont entre 200 et 250 mm qui sont relevés en moyenne tandis qu'à l'épicentre de l'évènement, on s'approche des 400 mm entre Les Arcs et Draguignan (en moins de 9 heures) soit six mois de précipitations moyennes. Les cumuls pluviométriques sont en plusieurs endroits les plus importants jamais relevés depuis le début des mesures météorologiques sur la région Provence Alpes Côte d'Azur (Artigue et al., 2010).

19 Ces forts cumuls de précipitations, associés à des intensités horaires importantes et régulières (plus de 50 mm/h pendant plusieurs heures sur les mêmes secteurs), entraînent des crues torrentielles sur les principaux cours d'eau de la zone ayant reçu plus de 200 mm. Si le Gapeau

réagit assez rapidement aux pluies de la première vague matinale, les crues les plus importantes sont observées sur les bassins versants de l'Argens et de ses affluents (Le Real, La Florieye, l'Aille et surtout la Nartuby). De simples vallons se révèlent également meurtriers comme ce fut le cas sur la commune du Luc.

- 20 Le niveau de vigilance a été exclusivement météorologique compte tenu de l'absence de vigilance crues au moment de la catastrophe. En effet, seuls les fleuves Var et Huveaune étaient alors intégrés à la mission du Service de Prévision des Crues (SPC) Méditerranée Est. Un mois après, le 18 juillet 2010, le préfet approuvait l'extension de la surveillance du SPC aux principaux cours d'eau concernés par les crues du 15 juin : le Gapeau, l'Argens et la Nartuby.
- 21 Ce type d'inondations catastrophiques reste relativement rare. Il n'en demeure cependant pas un cas unique et sans précédent à cette période de l'année (Météo France, SPC Méditerranée Est, 2010) puisqu'un événement d'une ampleur comparable eut lieu en 1827 (IGA 2010).

Méthodologie et données utilisées : comment évaluer les circonstances des décès ?

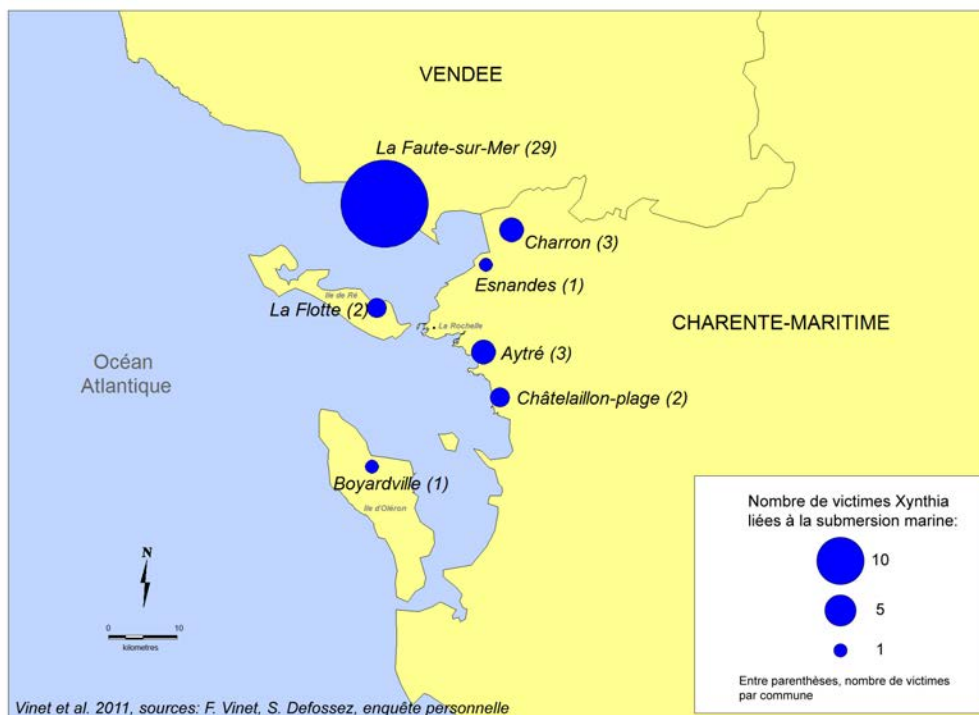
Les difficultés d'accès aux données

- 22 Par commodité, nous emploierons le terme de « victimes » pour les personnes décédées et celui de « sinistrés » pour les personnes touchées par l'inondation à des degrés divers, mais sans décès. Il faut souligner le contraste entre une médiatisation grandissante des victimes (avec les rumeurs qui y sont associées) et le mutisme des autorités sur cette question. La liste des victimes avec le nom des personnes et leur âge (avec parfois quelques erreurs, mais minimes) a été publiée par le journal Ouest-France pour la Vendée. Le nom des victimes a aussi été lu publiquement lors de la messe d'hommage en la cathédrale de Luçon (85) le 4 mars 2010. Pour la Faute-sur-Mer, ces listes ont servi de base à nos recherches. Dans le Var, la publicité des victimes a été assurée par l'affichage de la liste des personnes décédées dans la chapelle Notre-Dame-du-Peuple à Draguignan où les visiteurs étaient invités à venir se recueillir. Faute d'un fichier unique et exhaustif sur les victimes et leurs lieux et circonstances de décès, il a fallu procéder par recoupement d'informations à partir de diverses sources. Les témoignages des sapeurs-pompiers de la Vendée et de Charente-Maritime ont été précieux. Ils s'avèrent être une source d'information intéressante et sous-exploitée en termes de retour d'expérience et d'aide à l'amélioration de la gestion de crise. Pour la Charente-Maritime, une fiche retour d'expérience (REX-décès) a été envoyée aux sapeurs-pompiers et remplie pour les douze victimes charentaises. Pour le Var, la principale source a été le dépouillement de la presse confirmée par une enquête de terrain et la recherche de témoignages de voisinage.
- 23 Des informations ont pu également être collectées dans les mairies des communes concernées à de rares exceptions près comme Roquebrune (83) et Charron (17). Même si les réticences diminuent au bout de quelques mois (Gaume et Borga, 2008), certaines données ont été difficiles à obtenir. D'une part, les services de l'État avaient demandé un retour d'expérience sur les crues dans le département du Var. À l'époque de nos enquêtes, les données n'étaient pas encore publiées, ce qui explique la réticence de nos interlocuteurs à communiquer une information pas encore officielle. D'autre part, les responsables municipaux sollicités craignaient d'alimenter la rumeur sur le chiffre supposé du nombre de victimes, rumeurs colportées sur Internet, estimant que la réalité du bilan humain a été cachée pour diverses raisons politiques et touristiques. Cette théorie du complot apparaît souvent après de grandes catastrophes comme ce fut le cas à Nîmes en 1988 où 10 ans plus tard 32 % des Nîmois doutaient encore du chiffre officiel des victimes et 20 % n'y croyaient pas du tout (Domergue, 1998). L'opacité sur le nombre de victimes et l'absence de bilan consolidé publié rapidement ne fait que nourrir ce type de polémique. Enfin, les actions juridiques sont un obstacle à la diffusion des données. En Vendée, des plaintes en justice ont entraîné une injonction de non-diffusion de l'information dans les services de l'État et dans les services de gestion de crise. C'est peut-être ce qui explique également la réticence de la mairie de Roquebrune où le mari d'une victime a porté plainte pour homicide involontaire.

Construction des deux échantillons

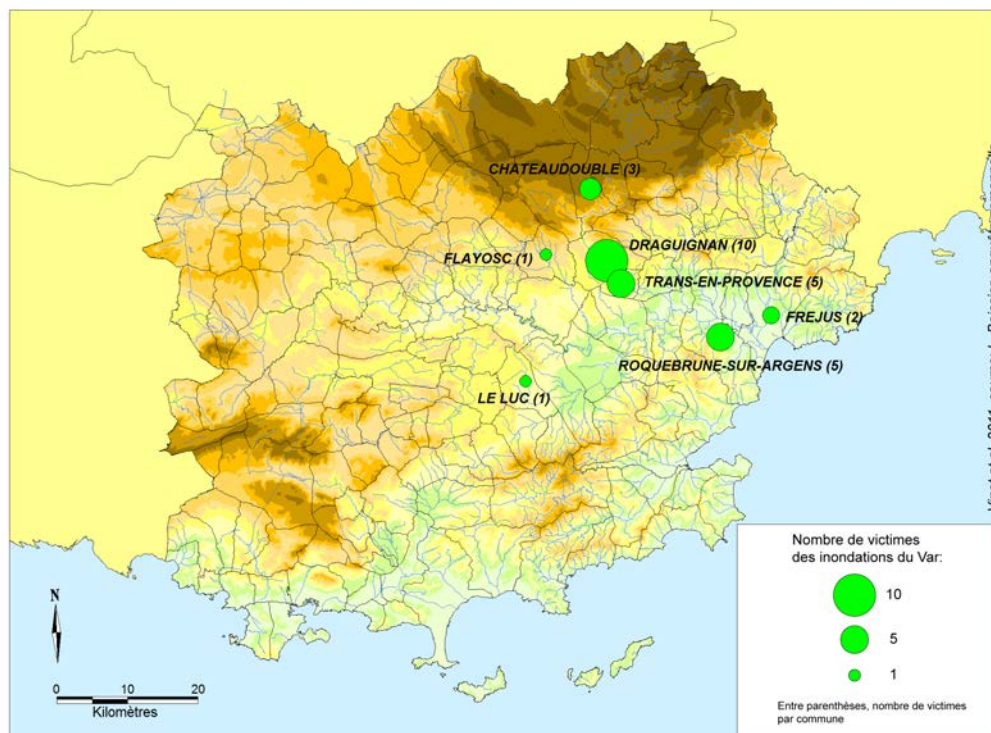
24 En Charente-Maritime et Vendée (figure 2) le nombre de décès lié aux submersions marines est de 41¹ dont 29 pour la seule commune de la Faute-sur-Mer et 12 en Charente-Maritime. Toutes les victimes ont été recensées et leur lieu de décès localisé avec une bonne précision (20 à 50 mètres d'imprécision au maximum) et géoréférencées. La commune de la Faute-sur-Mer constitue un sous-échantillon qui a fait l'objet d'une étude plus détaillée et d'une spatialisation puisque 28 des 29 victimes se concentrent sur un espace de 30 hectares appelé « la cuvette de la mort », terme employé entre autres par le préfet et le président du conseil général de la Vendée. En Charente-Maritime, les 12 victimes sont dispersées dans six communes.

25 Figure 2. Localisation des décès lors de la tempête Xynthia



26 Dans le département du Var, 26 victimes ont été recensées sur 7 communes (figure 3). Les lieux de décès ont été géoréférencés avec une relativement bonne précision (quelques dizaines de mètres de marge d'erreur au maximum). Mais la géolocalisation a été plus difficile, car les crues ont eu lieu en journée et plusieurs décès sont liés aux déplacements. C'est la commune de Draguignan qui a payé le plus lourd tribut : 9 décès, dont 4 victimes dans le quartier de Saint-Hermentaire concentrées dans trois immeubles voisins puis Trans-en-Provence (5), Roquebrune (5) et Châteaudouble (3).

Figure 3. Localisation des décès lors des inondations du 15 juin 2010 dans le département du Var



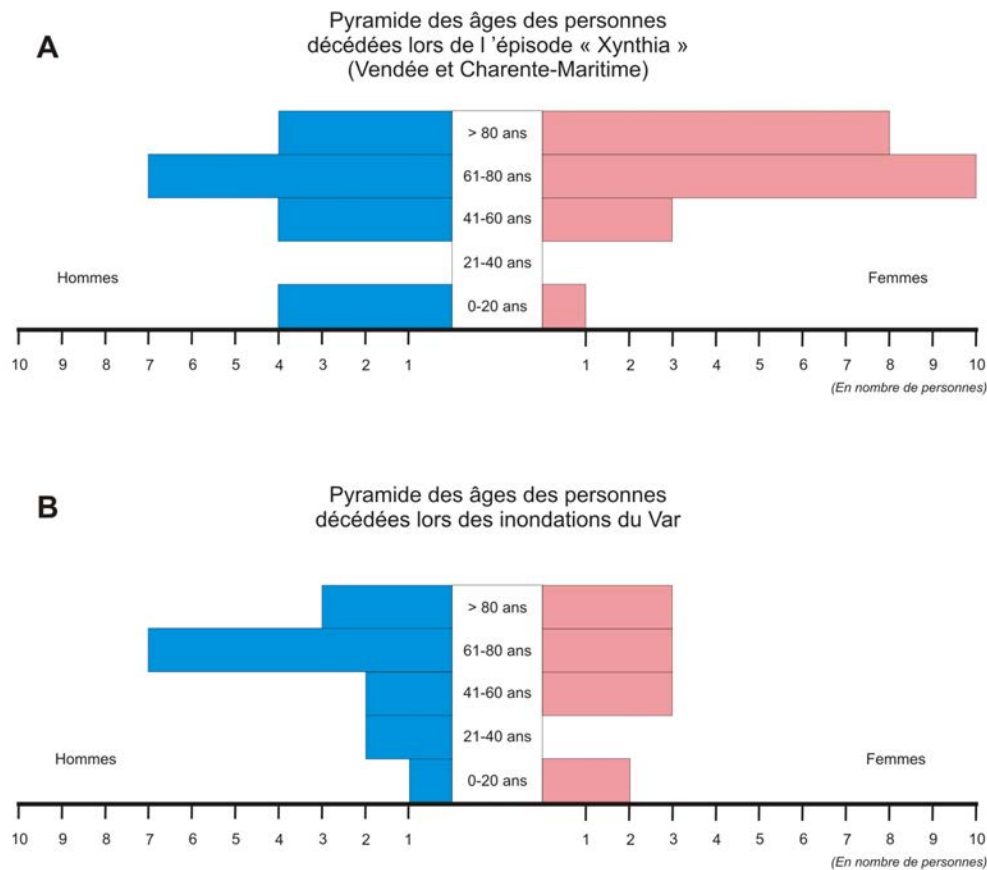
- 27 Se pose enfin le problème des décès indirects. Kelman (2004) prône une acception large des décès liés aux inondations. Il évoque en particulier les décès qui peuvent intervenir pendant les évacuations. Il s'avère par exemple que les crises cardiaques relevées lors des catastrophes naturelles présentent un profil particulier comme nous le verrons plus loin. Pour lui, tout décès lié à l'inondation doit être classifié comme un décès direct : en effet le fait d'exclure ce type de décès reviendrait à nier les vulnérabilités humaines qui sont à l'origine des décès en privilégiant les facteurs naturels (hauteur d'eau, vitesse de l'eau). Nous avons donc considéré tous les décès directs ou indirects connus. Ne nous sont pas connus les décès qui se sont produits plusieurs jours après la catastrophe (suicides par exemple en lien avec l'inondation). Des études épidémiologiques complémentaires seraient nécessaires.

Mise en évidence du profil des victimes

- 28 En France, un tabou enveloppe l'étude des victimes de catastrophes contrairement à ce qui se passe dans les pays anglo-saxons (Jonkman & Kelman, 2005 ; Di Mauro & Lumbroso, 2008) où l'on n'hésite pas à afficher des bilans rétrospectifs et prospectifs lourds. Avant d'analyser les circonstances de décès, le profil des victimes a été reconstitué en se basant sur l'âge et le sexe des personnes décédées lors des deux événements de 2010.

L'âge et le sexe des personnes décédées

- 29 La figure 4 donne la répartition par âge et par genre des personnes décédées :

Figure 4. Pyramide des âges des personnes décédées lors des deux inondations

30 Globalement, l'âge des victimes est élevé. Dans l'ensemble, plus des deux tiers (68 %) des victimes ont plus de 60 ans. Pour l'événement Xynthia (figure 4A), cette proportion s'élève à 75 %. L'âge médian est de 74 ans ce qui est très élevé compte tenu de l'âge médian de la population des communes sinistrées (52 ans) et de l'âge médian des Français qui est de 38 ans (Institut National des Statistiques et des Études Économiques-INSEE). À la Faute-sur-Mer, les personnes âgées de plus de 74 ans ne forment que 15,8 % de la population, mais la moitié des décès lors de l'épisode Xynthia. Il est vrai que le recensement (en l'occurrence celui de 2006) qui constitue la source de ce chiffre ne prend en compte que les personnes résidentes et non les personnes présentes au moment de l'événement. On ne dispose pas d'information sur la structure par âge des personnes non résidentes. Toutefois, pour la commune de la Faute-sur-Mer (29 victimes sur les 41) on a pu déterminer grâce aux données cadastrales que 20 des 29 personnes décédées étaient dans leur résidence principale. La tempête a eu lieu lors des vacances scolaires de février ce qui explique que les cinq personnes décédées de moins de 20 ans étaient des enfants en vacances dans la résidence principale ou secondaire de leurs parents ou grands-parents. Lors de l'événement Xynthia, on n'a pas relevé de décès de jeunes adultes (entre 15 et 42 ans). Ces chiffres sont conformes aux données de mortalité en cas de submersion marine. Les études sur la mortalité consécutive aux submersions marines de 1953 en Angleterre (Kelman, 2004) montrent une surreprésentation des très jeunes enfants (ne sachant pas nager), une sous-représentation des jeunes adultes et une surreprésentation des personnes âgées de 60 ans et plus. Corrélativement à l'âge élevé, les femmes apparaissent particulièrement exposées lors de l'épisode Xynthia. Les femmes de plus de 60 ans forment 44 % des victimes de la submersion marine.

31 Lorsque l'on tente de reconstituer le comportement des personnes lors de la submersion marine de la côte atlantique, on distingue deux types de profils². Les personnes les plus âgées ont été retrouvées décédées en vêtement de nuit ce qui laisse supposer qu'elles n'ont pas pu ou pas dû résister longtemps à l'eau. Les personnes d'âge adulte étaient en vêtement mixte associant vêtement de nuit et vêtement de journée ou de protection contre la pluie (veste, imperméable)

ce qui laisse supposer que ces personnes ont résisté à l'eau et tenté d'agir en portant secours ou en essayant de s'échapper.

- 32 Dans le Var (figure 4B), on dénombre 15 hommes et 11 femmes décédés. Même si les échantillons faibles n'autorisent pas de conclusions péremptoires, cette surreprésentation masculine peut s'expliquer par une exposition plus forte des hommes dans les décès liés à la mobilité (4 des 6 décès liés à un déplacement en véhicule) et par une prise de risque plus importante de ces derniers dans les périodes de crise comme a pu le souligner Ruin (2007).

L'origine géographique des personnes

- 33 On attribue souvent une bonne conscience du risque aux populations ancrées localement (Hubert et De Vanssay, 2005) la question était alors de savoir si dans chacun des deux cas les victimes étaient des personnes habitant le secteur inondé de façon permanente ou s'il s'agit de « touristes » ou des personnes de passage ignorant tout *a priori* un éventuel risque.

- 34 Pour l'événement Xynthia, 27 des 41 victimes étaient des résidents permanents. Les autres personnes résidaient dans leur maison secondaire personnelle y compris les enfants présents dans les maisons secondaires de leurs parents ou grands-parents. À la Faute-sur-Mer, sur les quelques personnes dont on connaît l'origine, la plupart sont de Vendée. En Charente, 7 des 12 personnes décédées étaient des résidents permanents. Dans le Var, seulement quatre personnes sur 26 n'étaient pas domiciliées dans le département ce qui relativise l'exposition des populations touristiques. Il est difficile de tirer des conclusions sur la réelle conscience du risque dans la population. Des enquêtes par questionnaires sont en cours pour éclaircir ce point. En tout cas, la faible conscience du risque n'est pas l'apanage des populations allochtones. Isabelle Ruin (2007) va même jusqu'à montrer que malgré une meilleure conscience du risque, les populations locales respectent moins les consignes de sécurité et s'exposent de ce fait de manière plus importante. C'est le cas d'un résident de longue date sur la commune de Châteaudouble (Var). Habitué à une certaine récurrence des crues moyennes, il n'a pas hésité à traverser le pont où le cours de la Nartuby affleurait pourtant le tablier. Voulant récupérer son chien dans son véhicule sur l'autre rive, il s'est fait emporter par le courant.

Les circonstances de décès

Les causes cliniques des décès et la vulnérabilité physique des personnes

- 35 Nous avons peu de renseignements sur les causes cliniques de la mort des personnes. Des témoignages rapportent que deux enfants seraient décédés d'hypothermie à La Faute-sur-Mer mais on ne dispose pas de statistiques détaillées. Faute d'autopsie systématique des corps, qui ne se justifiait pas d'ailleurs, il est difficile d'obtenir plus d'information sur les causes des morts directes autres que la noyade, à savoir si les personnes ont pu décéder d'un infarctus ou d'hypothermie avant d'être noyées. En revanche, le service des urgences de l'hôpital de la Roche-sur-Yon (Vendée) a constaté une recrudescence du nombre de cas du syndrome de Takotsubo, cardiomyopathie de stress surreprésentée en phase post catastrophe (Sato et al., 2006). Sur les six cas d'infarctus (non mortels) traités suite à la submersion marine Xynthia, on a relevé 3 cas de Takotsubo alors que la prévalence moyenne de ce type de cardiomyopathie dans les infarctus coronariens est de 0,7 %³. Pour le département du Var, le CIRE Sud (Cellule de l'Institut de veille sanitaire en Région) a analysé l'impact de cet événement sur les activités du SAMU, des services d'urgences et des associations SOS Médecins (CIRE Sud, ARS PACA, 2010). Ainsi, jusqu'à 25 % des admissions aux urgences ont été en lien avec les inondations. Le plus fort impact a concerné les hypothermies lors des journées des 15 et 16 juin : 24 cas enregistrés. Les passages pour traumatismes et gastroentérites sont restés comparables aux valeurs habituelles. Cinq cas d'intoxication au monoxyde de carbone ont été également rapportés. Le nombre de passages pour troubles anxieux étaient en légère augmentation (11,8 passages quotidiens contre 8 attendus) et significativement associés à l'inondation. Notons enfin que la moyenne d'âge des personnes qui ont consulté était plus élevée (50 ans au lieu de 40) qu'habituellement.

- 36 Nous avons obtenu auprès de l'ADMR (Aide à Domicile en Milieu Rural) de Vendée des renseignements sur la vulnérabilité des personnes. En Vendée, le dimanche matin 28 février, soit quelques heures après la submersion des digues, l'employée responsable de l'aide aux personnes s'est heurtée aux quartiers inondés et n'a pu prendre son poste à la Faute-sur-Mer. Elle a pu indiquer sur place aux pompiers les lieux où des personnes pouvaient être en danger, car vulnérables. Il s'agissait de personnes peu autonomes et ayant des difficultés à se déplacer du fait de leur âge ou d'un handicap. Sur les 29 personnes décédées à la Faute-sur-Mer, au moins six étaient particulièrement vulnérables du fait de l'âge ou d'un handicap. Deux d'entre elles étaient alitées à domicile. On considère que l'âge moyen de la perte d'autonomie est entre 80 et 85 ans. En 2007, l'âge moyen d'entrée dans un Établissement d'hébergement pour personnes âgées dépendantes (EHPAD) était de 83 ans et 4 mois et l'âge médian des résidents de 84 ans et 2 mois (Prévot J., 2009). Rappelons que 12 des 41 victimes sur la côte atlantique étaient âgées de plus de 80 ans. L'aide des services sociaux de proximité est précieuse pour identifier les personnes fragiles et la localisation précise de ces personnes plus fragiles constituerait une source d'information intéressante dans la confection des plans communaux de sauvegarde.
- 37 Finalement, l'âge est incontestablement un facteur aggravant pour les personnes surprises par l'inondation à domicile et les chiffres du Var confirment ce propos, car 6 des 12 victimes décédées à domicile étaient âgées de plus de 80 ans. Deux personnes étaient particulièrement vulnérables. Une personne souffrait d'un handicap pour se déplacer et a été piégée dans la buanderie de sa maison, la porte étant coincée par sa voiture qui flottait dans son garage. Une personne est décédée d'une crise cardiaque au rez-de-chaussée d'une maison de retraite pendant que l'on mettait les pensionnaires à l'abri à l'étage. Enfin, nous pouvons signaler un décès suite au bris d'une baie vitrée sous la pression de l'eau qui a sectionné l'artère du bras de la victime.

Les liens entre décès et type de bâti

- 38 Mais plus que sur les causes cliniques, nous avons travaillé sur les lieux et les circonstances de décès. Les décès ont été localisés avec précision et géoréférencés au moyen du logiciel Mapinfo. Cette localisation a été complétée par la recherche d'informations sur les circonstances de décès par l'analyse de la presse, le recueil de témoignages de proximité et des entretiens avec les personnes impliquées dans le sauvetage (sapeurs-pompiers).
- 39 32 des 41 personnes décédées en Charente-Maritime et Vendée ont péri dans des maisons de plain-pied (sans étage ou sans pièce refuge) ce qui montre un lien évident entre le type de bâti et la mortalité dans ce type de circonstances (tableau 1). En effet, rappelons que la submersion ayant eu lieu la nuit, nombre de personnes ont été surprises à leur domicile dans leur sommeil. Pour le Var, 13 des 26 décès ont eu lieu à domicile dont sept au rez-de-chaussée (dans des maisons de plain-pied ou des appartements dans des immeubles avec étage).

Tableau 1. Type de bâti et décès lors de la submersion marine Xynthia et dans le Var

Type de bâti	Maison de plain-pied	Maison avec pièce refuge	Maison avec étage	Appartement RDC dans immeuble	Habitat précaire	Sous-sol	Non renseigné	Total
Nombre de décès Var	5	1	0	1	1	2	2	12
Nombre de décès Xynthia	32	4	1	2	1	0	1	41
Total	37	5	1	3	2	2	3	53

- 40 Il serait trop long de reconstituer les facteurs qui ont conduit à la présence d'un bâti aussi vulnérable. Dans les communes littorales atlantiques, la prédominance du bâti de plain pied résulte d'un modèle de croissance immobilière qui répond à une demande locale. Le type de population, les règles d'urbanisme, le coût du foncier et de l'immobilier, la taille décroissante des foyers⁴ et la tradition urbanistique locale ont découragé la construction de maisons à étage. De plus, très peu d'habitations avaient des ouvrants de toit ou des trappes d'accès

permettant soit aux personnes valides de se hisser sur le toit soit aux secours de pénétrer dans les habitations. Certains sinistrés ont dû défoncer le plafond pour accéder aux combles et les pompiers ont été obligés parfois de soulever les tuiles pour pouvoir accéder à l'intérieur de l'habitation (Figures 5 et 6). Les plans de prévention des risques en place dans certaines communes (en particulier les îles charentaises) n'imposaient pas ces mesures de réduction de la dangerosité du bâti.

Figure 5. Évacuation par les toits dans le quartier Saint-Hermentaire à Draguignan



Crédits photos : mairie de Draguignan

- 41 Ces difficultés d'accès ont été renforcées par les volets roulants électriques. Ce dispositif de fermeture des ouvrants s'est révélé être un véritable piège, car, l'électricité étant coupée, les sinistrés n'ont pu ouvrir les volets et les secours ont été retardés dans l'accès à l'intérieur des habitations.

Figure 6. À la Faute-sur-Mer, les services de secours ont dû accéder aux habitations en soulevant les tuiles faute d'accès par des ouvrants de toit.

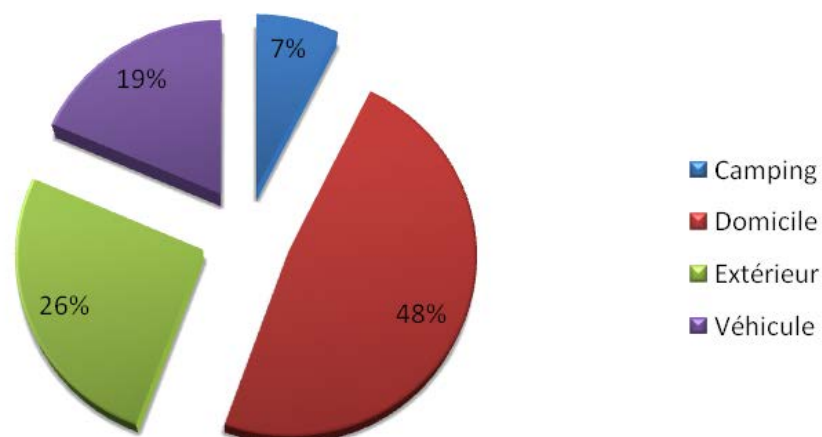


Cliché : F. Vinet

- 42 Si l'on peut considérer les habitations de plain-pied comme de véritables pièges, les décès qui ne sont pas liés à une noyade dans l'habitation faute d'évacuation vers le haut ne sont pourtant pas fortuits. Ils révèlent tous une vulnérabilité ou une prise de risque. La présence d'une habitation à étage n'est pas un gage de sécurité en cas d'inondation ; encore faut-il que les occupants dorment à l'étage ce qui est loin d'être toujours le cas. Sur les six personnes décédées dans des maisons avec étage ou pièce refuge, au moins quatre d'entre elles, âgées de plus de 75 ans ont été retrouvées au rez-de-chaussée.
- 43 Outre les risques accrus de décès dans les maisons de plain-pied, il faut souligner l'accroissement du danger par l'augmentation de la cabanisation. En Charente-Maritime, un homme est mort dans sa caravane (voir plus bas). Dans le Var, à Roquebrune, un enfant de 9 mois est décédé dans un habitat léger (un mobile home sédentarisé dans un camping). Ainsi, la cabanisation, la multiplication des habitats légers et/ou précaires (mobile home...), semble être un facteur de vulnérabilité à prendre en compte dans l'évaluation des vulnérabilités futures des zones littorales.

La multiplicité des circonstances de décès dans le Var

- 44 Lors de la submersion marine nocturne qui a accompagné la tempête Xynthia, l'inadaptation du bâti face au risque inondation est un facteur explicatif essentiel de la mortalité. Dans le Var, l'inondation ayant eu lieu dans la journée, les lieux et circonstances de décès sont plus diversifiés (figure 7).

Figure 7. Répartition des lieux de décès lors des inondations du Var

45 Si près de la moitié des décès sont localisés au domicile (tableau 1), pour l'autre moitié, les décès ont eu lieu soit à l'extérieur (26 %), dans un camping (7 %) ou sont liés au déplacement en véhicule (19 %).

46 Ces décès répondent alors à des situations très diverses quand ils arrivent à l'extérieur : dans la rue, à l'extérieur du domicile, lié à un sauvetage d'animaux, crise cardiaque dans un camping... Ils traduisent la multiplicité des circonstances de décès lors de tel évènement, ce qui rend les conclusions et les classifications délicates. Plus que les lieux de décès, ce sont bien les circonstances du décès qui traduisent la vulnérabilité des personnes. En effet, les lieux de décès masquent parfois les comportements de la population. Ainsi, deux personnes comptabilisées dans les décès à leur domicile sont en réalité décédées dans leur garage au sous-sol de leur habitation en tentant de sortir leur voiture.

47 Les situations sont trop nombreuses pour être toutes citées ici, mais un point commun les caractérise : elles révèlent souvent une prise de risque ou une sous-estimation du danger par les personnes. Nous avons déjà souligné cette récurrence des comportements dangereux comme facteurs explicatifs de la mortalité (Boissier et Vinet, 2009). Comme pour l'ensemble des crues étudiées depuis 1988 en région méditerranéenne, il n'est pas rare de constater des décès suite à des actions visant à sauver des animaux, à mettre ses biens à l'abri ou à franchir des ponts ou passages à gué inondés.

Le rôle des ruptures de digue

48 Sur la côte atlantique, 37 des 41 victimes étaient localisées dans des secteurs séparés de la mer par des digues. Nous ne reviendrons pas sur les ruptures de digues liées à la submersion et aggravées par le mauvais état des ouvrages. Ce point est largement développé dans les nombreux rapports qui ont suivi la catastrophe (MEEDDM, 2010, Assemblée Nationale, 2010).

49 La digue est assurément un piège qui se traduit tôt ou tard par une faillite de l'ouvrage. Nous confirmons donc notre opinion selon laquelle tout destin d'une digue est de faillir par rupture ou submersion (Vinet, 2010). La distance entre le lieu de décès et la digue est en moyenne de 158 m. Toutes les victimes sont décédées à moins de 400 m de la digue qui a failli sauf à Charron où la forte distance (1000 m) atténue le lien de causalité. Toutefois, à la Faute-sur-Mer, sur les cinq personnes décédées dans des maisons avec pièces à l'étage, quatre étaient situées à moins de 50 m des digues et 3 d'entre elles directement à l'arrière des digues. La submersion des digues a été générale, si bien que les maisons immédiatement situées à l'arrière ont été directement exposées à de forts courants. La vitesse de montée de l'eau fut encore plus grande dans ces maisons et au moins trois personnes (d'après les témoignages) n'ont pas eu le temps de se réfugier à l'étage. En Charente-Maritime, deux personnes décédées dans une maison de

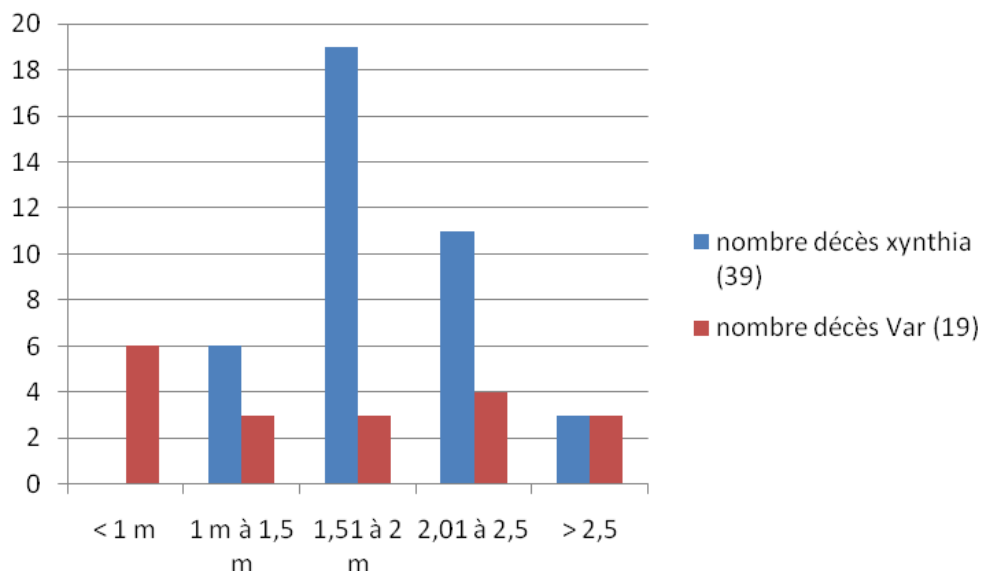
plain-pied se trouvaient à moins de 30 mètres des digues. Deux autres sont décédées au rez-de-chaussée alors qu'elles avaient un étage, à environ 150 m des digues, mais leur état de santé était défaillant, selon les témoignages. À Esnandes, un homme vivant dans une caravane à 50-100 mètres des digues a subi une submersion brutale suite à la rupture de la digue.

50 Force est de constater que les espaces non endigués sont peu urbanisés. On n'y a recensé que trois victimes liées à la submersion marine. La digue est donc un facteur de risque patent lorsque les espaces « protégés » sont urbanisés de façon irraisonnée.

Relations entre décès et hauteur d'eau

51 La hauteur d'eau est considérée comme un facteur essentiel des décès par noyade ce qui se comprend aisément. Les travaux tentant de relier hauteur d'eau et mortalité sont nombreux (Jonkman et Penning-Roswell, 2008). Si la mortalité s'explique en grande partie par la hauteur d'eau, des nuances apparaissent, car la hauteur d'eau s'insère dans un système de causalité plus complexe. Pour l'événement Xynthia, l'inondation a eu lieu de nuit et peu de témoins ont relevé directement la hauteur d'eau. La reconstitution des hauteurs d'eau au lieu des décès résulte de la combinaison de plusieurs sources *a posteriori* : carte des hauteurs d'eau dressée par la DDTM⁵ de Vendée sur la commune de la Faute-sur-Mer, relevés de terrain des laisses de crue sur les habitations des victimes lorsque cela était possible et témoignages des sapeurs-pompiers qui ont été précieux en particulier en Charente-Maritime. Sur le Var, la reconstitution s'est faite par des relevés de laisses de crues et des témoignages sur le terrain quelques jours après l'inondation (figure 8).

52 L'objectif de la mise en relation des hauteurs d'eau et du décès est de déceler des seuils critiques à partir desquels la probabilité de décès augmente. Pour les décès au domicile, nous avons retenu dans la mesure du possible la hauteur d'eau dans l'habitation. En Vendée et Charente-Maritime, les maisons sont pratiquement toutes de plain-pied sans vide sanitaire ou surélévation du plancher. Il y a donc peu de différence entre la hauteur d'eau sur terrain naturel et la hauteur d'eau dans l'habitation. On ne connaît pas la hauteur d'eau exacte au moment du décès. On a donc retenu la hauteur d'eau maximale au lieu du décès, mais le décès a pu intervenir avant que l'eau n'ait atteint son niveau maximal. Les hauteurs d'eau données sont donc des hauteurs par excès. La figure 8 montre la distribution des décès en fonction de la hauteur d'eau maximale relevée à l'endroit du décès. L'information est disponible pour 58 des 67 décès recensés. En Charente-Maritime et Vendée, où la quasi-totalité des décès a eu lieu à domicile, les décès débutent à 1,1 m d'eau. Plus de la moitié des personnes sont décédées dans moins de 1,8 m d'eau. Plusieurs témoignages télévisés ont confirmé que certaines personnes ont eu la vie sauve parce que l'eau s'est arrêté de monter alors qu'elles avaient de l'eau jusqu'au menton. Or à la Faute-sur-Mer, où l'espace inondé est une cuvette fermée, les niveaux d'eau élevés se sont maintenus plusieurs heures. Certaines personnes sont donc restées de 3 heures à 6 ou 7 heures du matin (HL) dans l'eau froide, salée et boueuse. Les laisses de crues montrent plusieurs niveaux d'eau distincts avec un niveau supérieur correspondant au maximum de la submersion (tempête + marée haute) puis un niveau intermédiaire environ un mètre en dessous où l'eau a stagné faute d'évacuation possible à l'arrière des digues. Ensuite, les niveaux inférieurs témoignent de la lente descente du niveau d'eau grâce au pompage dans les jours qui ont suivi.

Figure 8. Répartition des décès en fonction des hauteurs d'eau

- 53 Dans le Var, les décès apparaissent pour des hauteurs d'eau faibles parfois moins de 50 cm. Six personnes sont décédées dans moins d'un mètre d'eau. Le caractère torrentiel a été un facteur aggravant évident et pas seulement dans les cours d'eau, mais aussi en lien avec le ruissellement urbain.

Décès et vitesse du courant

- 54 Il est difficile de collecter des données sur les vitesses d'eau. Lors de la submersion marine Xynthia, les vitesses d'eau ont été élevées d'après les témoignages puisque de nombreux décès ont eu lieu dans des secteurs affectés par des ruptures ou surverses de digue. Pourtant, les décès ont été à 80 % recensés dans les habitations fermées. Des personnes grabataires ont été retrouvées dans leurs lits, peut-être décédées d'hypothermie ou de crise cardiaque. Piégées dans un bâtiment, la vitesse du courant n'est pas déterminante, alors que la hauteur et la vitesse de montée d'eau deviennent décisives pour apprécier le danger. Jonkman (2007 : 216) montre que lorsque le courant est fort, la corrélation entre mortalité et hauteur d'eau est nette. En revanche, dans les zones à faible courant, la corrélation est faible. Ceci est dû à la multiplicité de facteurs de vulnérabilité qui interviennent dans l'exposition des personnes : type de bâti, âge, déclenchement d'une alerte ou pas...

Enseignements pour la prévention

- 55 L'analyse du profil des victimes et des circonstances de décès a pour objectif final d'évaluer les mesures de prévention et si possible de tirer des enseignements pour faire baisser les bilans humains des inondations. En effet, nous supposons comme Kelman (2004) que les facteurs de vulnérabilité sont aussi déterminants dans l'explication des décès que ne le sont les paramètres d'aléa.

Les facteurs de vulnérabilité dans la compréhension des décès

- 56 Dans le cas des submersions marines de la côte atlantique, outre les paramètres d'aléa comme la hauteur d'eau, nous avons identifié quatre facteurs de vulnérabilité majeurs :
- l'âge des personnes : les personnes les plus vulnérables sont les jeunes enfants (taille plus faible, ne sachant pas nager, sensibles à l'hypothermie) et les personnes âgées (peu mobiles...)
 - le type de bâti : les maisons de plain-pied sans zone refuge et sans possibilité d'évacuation par le toit.
 - la fermeture ou l'obturation des logements : évacuation autonome ou assistée rendue difficile
 - la proximité des digues : en augmentant la rapidité de la hausse du niveau d'eau, elles réduisent le temps de réaction des personnes.

57 S'ajoutent pour le Var, les facteurs d'exposition liés en particulier à la mobilité. L'exposition des personnes sur les réseaux est bien connue (Ruïn, 2007). Dans le cas des submersions marines de la côte atlantique, les décès s'expliquent en partie par des critères « extérieurs » (type de bâti) et font référence à une vulnérabilité subie que l'on peut qualifier de « passive » en grande partie liée au bâti. Dans le cas des crues torrentielles diurnes du département du Var, les décès à l'extérieur du domicile répondent plutôt à une vulnérabilité plus « active » qui suppose une « responsabilité » de la victime et une prise de risque. La comparaison des deux sinistres montre aussi la très forte variation des profils de victimes et de circonstances de décès en fonction des heures de la journée et en fonction du type d'inondation. Il existe des temporalités très fortes dans l'exposition des personnes aux aléas. Antoine et al. (2001) soulignent la vulnérabilité maximale de la population entre 00h et 6h. Les messages de prévention et d'alerte doivent tenir compte de ces vulnérabilités conjoncturelles.

Mortalité et prévention

58 La protection des personnes est une prérogative de l'État en France. Beaucoup de mesures de prévention sont prises en son nom : le zonage des plans de prévention des risques est dessiné en fonction de la dangerosité des phénomènes ; pour les inondations, une hauteur de 50 cm d'eau associée à une vitesse supérieure à 1 m.s^{-1} est considérée comme dangereuse. De plus, pour le risque inondation, des consignes de sécurité ou des mesures de précaution sont prises afin de réduire l'exposition des personnes au risque de noyade : réduction de la vulnérabilité du bâti, la liste des leviers préventifs est connue et va des mesures structurelles aux mesures de maîtrise de l'occupation du sol et de réduction de la vulnérabilité (Andjelkovitch, 2001 ; Pottier, 1998 ; Yevjevitch, 1994). Il s'agit en l'occurrence d'évaluer la portée des mesures de prévention sur la réduction du nombre de victimes. En d'autres termes, si telle ou telle mesure de prévention ou consigne de crise était appliquée à la lettre, combien de victimes aurait-on pu éviter ?

59 Nous avons choisi d'éclairer la pertinence des mesures sur trois volets de la politique nationale de prévention du risque inondation en France : les protections structurelles (digues), la réduction de la vulnérabilité du bâti et les consignes de sécurité en cas de crise.

Les digues, facteur aggravant ou minorant de la mortalité ?

60 Outre la question de la solidité des digues particulièrement défailantes sur la côte atlantique (Assemblée Nationale, 2010 : 91) se pose la question des conséquences de la surverse sur la mortalité. Au vu de la mortalité les secteurs à l'arrière immédiat des ouvrages sont-ils toute chose égale par ailleurs, plus dangereux ? À la Faute-sur-Mer, la surverse a concerné de nombreux endroits des digues pour ne pas dire la totalité du linéaire.

61 On constatera qu'à l'Aiguillon-sur-Mer (la commune de rive gauche de l'estuaire du Lay où les digues ont également été submergées), les hauteurs d'eau ont été moins élevées, car l'eau a pu s'étaler sur les vastes polders alors qu'à la Faute-sur-Mer l'eau a été vite contenue dans une cuvette située entre les dunes de la flèche d'Arçay et les digues de l'estuaire. Nous avons montré plus haut l'effet des digues aggravant la vitesse du courant et la vitesse de montée des eaux à l'arrière immédiat de l'ouvrage. Ceci justifie de manière flagrante la bande de sécurité des 100 m soumise à des restrictions d'urbanisation à l'arrière des digues⁶. Dans le cadre de la réflexion sur le plan de prévention des submersions marines lancée par le gouvernement français en juillet 2010, il apparaît essentiel de faire figurer dans un règlement opposable (décret ou loi et non pas seulement circulaire) l'interdiction de constructions à 100 m à l'arrière des digues. Pour l'existant, la recherche systématique de solutions de délocalisations après un sinistre dans cette même bande des 100 m⁷ est vivement recommandable.

62 En effet, la digue, outre le risque technologique entraîné par sa rupture potentielle, se révèle être un facteur essentiel de production du risque par l'autorisation qu'elle octroie indûment à urbaniser les espaces situés à l'arrière. Parker (1995) et Sauri-Pujol et al. (2001) parlent d'un « escalator effect », digue et urbanisation étant liées par une rétroaction positive : l'urbanisation est favorisée par la présence de digues, mais en retour l'urbanisation après un sinistre appelle le renforcement des digues. On a tout lieu de penser que si la rive droite de l'estuaire du Lay à la Faute-sur-Mer n'avait pas été endiguée, le secteur des Doris où ont été recensées les victimes

aurait été envahi par les eaux à chaque marée haute de vive eau accompagnée de surcote. Sans digue, l'aléa fréquent n'aurait pas été supprimé et la construction de lotissement aurait été sans doute contrariée. La maîtrise de l'occupation du sol derrière les digues reste un enjeu majeur de la prévention du risque inondation en France.

La réduction de la vulnérabilité du bâti comme levier de la réduction du risque mortel

63 La réduction de la vulnérabilité du bâti par ajout d'un étage refuge ou d'un ouvrant de toit est-elle un facteur de diminution du nombre de victimes ? Ce type de mesure est de plus en plus préconisé dans les Plans de Prévention des Risques inondation en France (MEEDDAT⁸, 2008). Cependant, on dispose de peu d'évaluation sur la pertinence de cette mesure. Au vu du nombre de personnes décédées par noyade dans des habitations de plain-pied, on est tenté de répondre par l'affirmative. Toutefois, il faut nuancer ce propos. Le rehaussement d'un étage n'apporte qu'une sécurité toute théorique s'il n'est pas accompagné de comportements idoines. Pour le cas de Xynthia ou du Var, le bruit du vent, les fortes précipitations, la foudre n'incitent pas les personnes à changer leurs habitudes et à dormir pour une nuit à l'étage comme le montre le nombre élevé de personnes retrouvées mortes chez elles alors qu'elles disposaient d'un étage ou au moins d'une pièce refuge. Il y a donc fort à parier que faute d'une alerte indiquant clairement le risque d'inondation et la nécessité impérieuse de monter aux étages, peu de personnes feront spontanément la démarche. Globalement, les mesures de la réduction de la vulnérabilité du bâti doivent, pour être efficaces, s'accompagner d'une culture de crise c'est-à-dire de gestes quasi réflexes mettant en œuvre ces mesures (Jonkman et Kelman, 2005). Quel est l'effet d'un batardeau si l'occupant du logement est une personne âgée qui n'a pas la force physique nécessaire pour le mettre en place ? En revanche, pour les deux événements étudiés, des mesures telles que la systématisation des ouvertures de toit (pas seulement sur les garages) ou la non-système des fermetures par volets électriques auraient pu offrir un gain de sécurité appréciable et seraient des mesures faciles à mettre en place dans les zones fortement exposées.

Les consignes de sécurité en période de vigilance et d'alerte

64 Les rapports de retour d'expérience ont posé pour Xynthia (mais aussi pour le Var) la question de l'évacuation. La consigne de confinement associée aux tempêtes et les velléités d'évacuation en cas de menace de submersion peuvent paraître *a priori* contradictoires. L'évacuation des personnes peut être efficace si elle est suffisamment anticipée. Elle dépend également des conditions de l'évacuation. Dans le cas de la submersion marine, évacuer revient à exposer des personnes aux effets du vent, souvent la nuit dans le froid. Or, il faut reconnaître que la vigilance Météo-France a été efficace (4 départements en vigilance rouge dès le samedi soir) et que l'heure nocturne, un week-end, a sans doute évité un bilan trop lourd lié aux effets du vent. Par ailleurs, les personnes à évacuer ont parfois des handicaps physiques lourds. Il serait possible d'envisager des mises en sécurité dans des lieux refuges locaux prédéterminés dans les plans communaux de sauvegarde. De telles évacuations se font aux États-Unis dans un contexte différent qu'il n'est pas possible de développer ici (Smith et al., 2005). Il serait d'ailleurs intéressant qu'à l'instar de ce qui se fait pour les cyclones aux États-Unis (hurricane tracks), Météo-France teste la publication de cartes sur la trajectoire prévisible des tempêtes montrant les espaces potentiellement touchés par la tempête et des cartes de probabilité de vitesse de vent par enveloppes concentriques.

65 Des études en cours sur les décès liés aux inondations torrentielles méditerranéennes apporteront plus de conclusions sur ces points (Boissier et Vinet, 2009) en élargissant notamment l'échantillon à d'autres inondations passées.

Conclusion

66 Au-delà des drames individuels qu'ils recouvrent, l'analyse fine et rigoureuse des décès lors des catastrophes naturelles apporte des enseignements sur les profils des victimes tout en fournissant de précieux renseignements sur l'efficacité des mesures de prévention actuelles. Le profil des personnes décédées, les circonstances de décès nous laissent penser que dans la

majorité des cas, les décès liés aux inondations ne sont pas fortuits. Ils sont l'expression de vulnérabilités internes (âge, handicap) ou externes (bâti inadapté) ou de « mise en danger » plus ou moins consciente et prise plus ou moins délibérément. En retour, ces décès montrent par défaut l'efficacité de certaines mesures de prévention comme la construction d'un étage ou d'évacuation de toit à condition que ces mesures soient accompagnées d'une conscience du risque et d'une culture de crise qui les rendent opérationnelles. La comparaison de deux inondations de 2010, aux causes et aux cinétiques complètement différentes met en lumière toute la diversité du phénomène inondation y compris dans ses manifestations dommageables. Le profil des victimes, leur âge, les lieux de décès sont assez différents. Ceci plaide pour une politique adaptée de gestion du risque différenciant les priorités préventives en fonction du contexte local. Si partout le développement d'une conscience du risque et d'une culture de crise est à renforcer, certaines mesures comme la délocalisation d'enjeux ou la réduction de la vulnérabilité du bâti sont efficaces dans le cas des submersions marines, mais plus difficiles à appliquer face aux crues torrentielles. La directive européenne inondation (DEI/2007/60/CE) impose aux États membres de s'intéresser aux conséquences potentielles des inondations sur la santé. Un inventaire des zones à risque mortel (on pourrait parler de zone à HVH « haute vulnérabilité humaine ») à l'échelle nationale serait un atout maître pour la définition des priorités en matière de prévention.

Remerciements

67 Les auteurs tiennent à remercier les Services départementaux d'incendie et de secours de Vendée et de Charente-Maritime en particulier le colonel Peuch et le capitaine Dumas du SDIS de Charente-Maritime pour les précieux renseignements fournis. Des remerciements sont aussi adressés aux docteurs Fradin et Boidin, au CETE Méditerranée et la ville de Draguignan.

Bibliographie

- Ahern, M., R. S. Kovats, P. Wilkinson, R. Few et F. Matthies, 2005, Global Health Impacts of Floods : Epidemiologic Evidence. *Epidemiologic reviews*, vol. 27, p. 36-46.
- Andjelkovic, I., 2001, Guidelines on non-structural measures in urban flood management IHP-V/Technical documents in hydrology/ n° 50. International hydrological programme. Unesco, 81 p. <http://unesdoc.unesco.org/images/0012/001240/124004e.pdf>. Consulté le 15 novembre 2010.
- Antoine, J.M., B. Desailly et F. Gazelle, 2001, Les crues meurtrières, du Roussillon aux Cévennes. *Annales de géographie*, n° 622, p. 597-623.
- Artigue, G., D. Dumas, C. Mertz et E. Wesolek, 2010, *Episode Pluvio-orageux du 15 juin 2010 sur le Var. Retour d'expérience sur la prévision météorologique et hydrologique d'un épisode diluvien exceptionnel*, Observatoire Français des Tornades et des Orages Violents, 20 p.
- Assemblée nationale, 2010, Rapport d'information sur les raisons des dégâts provoqués par la tempête Xynthia N° 2697, juillet 2010, 487 p.
- Baleste, M.C., H. Brunet, A. Mougel, J. Coiffier, N. Bourdette et P. Bessemoulin, 2001, Les tempêtes exceptionnelles de Noël 1999. Phénomènes remarquables, n° 7, *Météo-France* 96 p.
- Boissier, L. et F. Vinet, 2009 - *Paramètres hydroclimatiques et mortalité due aux crues torrentielles. Etude dans le sud de la France*, Actes du 22^{ème} colloque de l'Association Internationale de Climatologie, 1^{er} au 5 septembre 2009. In *Geographia Technica*, Cluj University Press, 493 p. ISSN : 2065-4421.
- Charroin, R., 2010, *Réalisation de Plans Communaux d'Alerte et d'Evacuation sur 31 communes haïtiennes dans le cadre du Programme nationale d'alerte précoce*, Mémoire de Master 2 GCRN sous la direction de F. Leone et F. Vinet, Université Montpellier 3, 113 p.
- CIRE Sud, ARS PACA, 2010, *Le point épidémiologique*, Veille Hebdo Provence Alpes Côte d'Azur –Corse, Point n° 2010-25 publié le 25 juin 2010, 13 p.
- DEFRA/Environment Agency, 2003, *Flood risk to people : phase 1*, 123 p.
- Di Mauro, M. et D. Lumbroso, 2008, Hydrodynamic and loss of life modelling for the 1953 Canvey Island flood in *Proceeding the International Conference FloodRisk*, Oxford
- Domergue, R. et J-M. Laszkewycz, les élèves du lycée Montaury (Nîmes), 1998, *La rumeur de Nîmes. Dix ans après l'inondation de 1988*, Edisud, 1998. 95 p.

- Duclos, P., O. Vidonne, P. Beuf, P. Perray et A. Stoebner. 1991. Flash flood disaster-Nîmes, France, 1988. *European Journal of Epidemiology* 7 (4) :365-371.
- French J., R. Ing, S. Von Allmen et R. Wood, 1983, Mortality from flash floods : a review of national weather service reports, 1969–81, *Public Health Rep.*, 98, p. 584-588.
- Garnier, E., 2010, *La crise Xynthia à l'aune de l'histoire. Enseignements et enjeux contemporains d'une histoire des submersions*, Rapport pour le gouvernement français, 112 p.
- Gaume, E. et M. Borga. 2008. Post-flood field investigations in upland catchments after major flash floods : proposal of a methodology and illustrations. *Journal of Flood Risk Management* 1 (4) :175-189.
- Gruntfest E. et J. Handmer (dir.), 2001, *Coping with flash floods*, NATO science series, Kluwer Academic Publishers, 322 p.
- Henson R., 2001, U.S, Flash flood warning dissemination via radio and television, in Gruntfest E., J. Handmer (eds), *Coping with flash flood*, NATO science series, Kluwer Academic Publishers, p. 243-252.
- Hoyois, P. et D. Guha-Sapir, 2005, Flood Disasters in Europe : a short analysis of EMDAT Data for Years 1985- 2004, CRED, Louvain, 6 p.
- Hubert G. et B. De Vanssay, 2005, *Le risque d'inondation et la cartographie réglementaire. Analyse de l'efficacité, des impacts et de l'appropriation locale de la politique de prévention*, Programme de recherche "Evaluation et prise en compte des risques naturels et technologiques", Ministère de l'Ecologie et du Développement Durable, 188 p.
- IGA, 2010, *Retour d'expérience des inondations survenues dans le département du Var les 15 et 16 juin 2010*. Mission d'expertise pour le compte des ministères de l'écologie et de l'intérieur, octobre 2010. 87 p.
- Jonkman, S. N., 2005, Global perspectives on loss of human life caused by floods, *Natural Hazards Rev.*, 34, p. 151–175.
- Jonkman S.N., 2007, - *Loss of life estimation in flood risk assessment-theory and applications*, PhD thesis, Delft University.
- Jonkman S.N., P.H.A.J.M. Van Gelder, J.K. Vrijling, 2003, An overview of quantitative risk measures for loss of life and economic damage, *Journal of Hazardous Materials*, 99, p. 1-30.
- Jonkman SN et I. Kelman, 2005, An analysis of causes and circumstances of flood disaster deaths, *Disasters* 29(1), p. 75–97.
- Jonkman S.N. et E. Penning-Rowell, 2008, Human instability in flood flows, *Journal of the American Water Resources Association*, 44(4) :1–11.
- Jonkman S.N., B. Maaskant, E. Boyd et M.L Levitan, 2009, Loss of life caused by the flooding of New Orleans after hurricane Katrina : Analysis of the relationship between flood characteristics and mortality, *Risk Analysis*, vol. 29, n° 5, pp. 676-698.
- Kelman, I., 2004, Philosophy of Flood Fatalities, *FloodRiskNet Newsletter*, issue 1, pp. 3-4.
- MEEDDAT, 2008, *Quinze expériences de réduction de la vulnérabilité de l'habitat aux risques naturels*, Retours d'expériences risques naturels majeurs. Quels enseignements ? MEEDDAT, CERTU, EP-Loire. 36 p.
- MEEDDM, 2010, *Tempête Xynthia. Retour d'expérience, évaluation et propositions d'action*, Rapport du gouvernement français, mai 2010. 2 Tomes.
- Météo France, SPC Méditerranée Est, 2010, *Règlement de surveillance, de prévision et de transmission de l'Information sur les Crues (RIC)*, Rapport approuvé par le préfet de région PACA, 18 juillet 2010. 46 p.
- Parker, D.J., 1995, Floodplain development policy in England and Wales, *Applied Geography*, vol. 15, n° 4, p. 341-363.
- Pielke, R.A., 2000, Flood impacts on society : damaging floods as a framework for assessment in Parker D.J, *Floods*, Routledge : London, 2 vol. , p. 133-155.
- Pottier, N., 1998, *L'utilisation des outils juridiques de prévention des risques d'inondation : évaluation des effets sur l'homme et l'occupation des sols dans les plaines alluviales (application à la Saône et à la Marne)*. Thèse de doctorat, CERREVE, Ecole des Ponts et Chaussées, 436 p.
- Prévoit, J., 2009, « Les résidents des établissements d'hébergement pour personnes âgées en 2007 », *Études et résultats*, DREES, n° 699, août.
- Ruin, I. et C. Lutloff, 2004, Vulnérabilité face aux crues rapides et mobilités des populations en temps de crise. *La Houille Blanche*, n° 6-2004, p 114-119.

- Ruin I., 2007, *Conduite à contre-courant. Les pratiques de mobilités dans le Gard : facteurs de vulnérabilité aux crues rapides*, Thèse de doctorat université Grenoble I, 364 p.
- Sato M., S. Fujita et A. Saito, 2006, Increased incidence of transient left ventricular apical ballooning (so-called 'Takotsubo' cardiomyopathy) after the mid-Niigata Prefecture earthquake. *Circ J.* 70(8) :947-53.
- Sauri-Pujol, D., D. Dolors Roset-Page, A. Ribas-Palom et P. Pujol-Causa, 2001, The "escalator effect" in flood policy : the case of the Costa Brava, Catalonia, Spain. *Applied geography*, 21, 127-143.
- Six, C, K. Mantey, F. Franke, L. Pascal et P. Malfait., 2008, *Étude des conséquences psychologiques des inondations à partir des bases de données de l'Assurance maladie*, Saint-Maurice (Fra) : Institut de veille sanitaire. 23 p.
- Smith, S.M., L. Peoples et K. Council, 2005, Effective evacuation planning : an assessment of evacuation planning efforts implemented during the 2004 and 2005 hurricane seasons in the USA. *International Journal of Emergency Management*. vol. 2, No.4 pp. 239 - 248
- Tapsell, S. M., E. Penning-Rowsell, S. M. Tunstall et T. L. Wilson, 2002, Vulnerability to flooding : health and social dimensions, *Phil. Trans. R. Soc. Lond.* À 360, 1511-1525
- Torterotot, J.P., 1993, *Le coût des dommages dus aux inondations : estimation et analyse des incertitudes*, Thèse de l'ENPC-CERGRENE, Noisy-le-Grand, 287 p. + vol. d'annexes.
- Tsuchiya, Y. et Y. Kawata, 1981, - Risk to life, warning systems, and protective construction against past storm surges in Osaka Bay, *J Nat Disaster Sci* 3(1) :33-56
- Vinet, F., 2010, *Le risque inondation*. Diagnostic et gestion, Editions Lavoisier collection SRD, 328 p.
- Wilson, T., 2006, Les risques de blessures et de décès par imprudence lors des inondations, *Responsabilité et environnement*, 43, p. 57-63
- World Bank, 2010, *Natural hazards unnatural disaster*, The economics of effective prevention, Washington, 254 p.
- Yevjevich, V., 1994, Classification and description of flood mitigation measures, in Rossi G., Harmancioglu N., V. Yevjevich (eds), *Coping with floods*, NATO ASI, Series E : Applied Sciences, vol. 257, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht/Boston/London, p. 573-584.

Notes

- 1 Le premier bilan publié était de 53 morts. L'AFP a effectué une vérification auprès des préfectures. Il s'avère que 6 décès n'étaient pas directement liés à la tempête. Le bilan final serait de 47 victimes dont 41 par submersion marine.
- 2 Entretien auprès du docteur Boidin
- 3 Entretien avec le docteur Philippe Fradin chef du service d'urgence SAMU/SMUR de la Roche-sur-Yon.
- 4 Le nombre moyen de personnes par foyer sur les sept communes de la côte atlantique où l'on a recensé des décès est passé de 2,7 à 2 entre 1968 et 2007 (source : INSEE, 2010) ce qui plaide peu en faveur de la construction de maisons à étage.
- 5 Direction départementale des Territoires et de la Mer
- 6 MEEDDM. Circulaire du 30 avril 2002 relative à la politique de l'État en matière de risques naturels prévisibles et de gestion des espaces situés derrière les digues de protection contre les inondations et les submersions marines. NOR : ATEE0210198C
- 7 Au vu de la localisation des victimes, nous serions tentés de porter cette distance à 150 m
- 8 Ministère de l'Énergie, de l'Environnement, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire

Pour citer cet article

Référence électronique

Freddy Vinet, Laurent Boissier et Stéphanie Defossez, « La mortalité comme expression de la vulnérabilité humaine face aux catastrophes naturelles : deux inondations récentes en France (Xynthia, var, 2010) », *Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement* [En ligne], Volume 11 Numéro 2 | septembre 2011, mis en ligne le 07 octobre 2011, Consulté le 15 mai 2012. URL : <http://vertigo.revues.org/11074> ; DOI : 10.4000/vertigo.11074

À propos des auteurs

Freddy Vinet

Professeur des universités GRED/GESTER, 17 rue Abbé de l'Épée, 34090 Montpellier, Tel : +334.67.14.58.28/+336.33.27.55.14, Fax : +334.67.14.58.33, freddy.vinet@univ-montp3.fr

Laurent Boissier

Doctorant en géographie, GRED/GESTER, 17 rue Abbé de l'Épée, 34090 Montpellier, Tel : +336.11.12.28.83, Fax : +334.67.14.58.33, laurentboissier@free.fr,

Stéphanie Defossez

Docteur en géographie, chercheur associé GRED/GESTER, 17 rue Abbé de l'Épée, 34090 Montpellier, Tel : +336 44 02 95 30, Fax : +334.67.14.58.33, stephanie.defossez@univ-montp3.fr

Droits d'auteur

© Tous droits réservés

Résumé / Abstract

À partir de deux cas d'inondations récentes qui ont fait respectivement 41 et 26 morts en France en 2010, cet article examine le profil des victimes et les circonstances de décès des personnes. Le premier événement est une submersion marine qui eut lieu de nuit le 28 février 2010 sur la côte atlantique dans les départements de Vendée et de Charente-Maritime. Le second est une crue torrentielle méditerranéenne survenue le 15 juin en fin de journée entre 18 h et 20 h dans le bassin versant de la Nartuby (département du Var). Il s'avère que le type de population et les circonstances de décès sont forts différents. Dans le premier cas, les personnes, la plupart âgées, ont été surprises dans leur sommeil et sont décédées noyées dans leur habitation submergée. Dans le cas des crues torrentielles, le nombre de décès liés aux déplacements est plus élevé et concerne une population moins âgée. L'article tente de dégager les facteurs qui influencent la mortalité en distinguant rapidement une vulnérabilité passive d'une vulnérabilité active caractérisée par la prise de risque. La discussion s'ouvre sur la portée réelle des consignes de sécurité et sur l'appropriation des mesures de prévention qui doivent pour être efficaces s'adapter au contexte local.

Mots clés : mortalité, inondation, submersion marine, prévention, vulnérabilité humaine, Xynthia

This paper analyses the fatalities related to two recent floods in France. The first flood event was a nightly sea surge due to Xynthia windstorm on the Atlantic coast in February 2010 the 28th. The second was a flash flood which struck the department of Var in the French Mediterranean region in June 2010 the 15th. The death tolls are respectively 41 and 26 fatalities. The characteristics of each fatality and the circumstances of death are accurately examined. In the first case, elderly people were surprised while they were sleeping and were drowned in their home. In the case of flash flood the characteristics of victims are diversified ; traffic-related deaths are numerous. The demonstration focuses on the factors that explain mortality : water depth, type of housing, vulnerability of people. The paper concludes discussing the effectiveness of prevention measures and caution messages that must be adapted to natural and human local context (age of people, kind of flood...)

Keywords : human vulnerability, flash flood, sea surge, flood related fatalities, prevention