



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Juin 2023

Circonstances des décès dus aux inondations

Marc-Etienne Pinault - IGA
Jean-Philippe Torterotot - IGEDD

igedd.developpement-durable.gouv.fr

Rapport n° 014349-01

Rapport n° 22029-R



SOMMAIRE

Synthèse.....	5
Liste des recommandations.....	9
Introduction	11
1 Connaître et comprendre les circonstances des décès	13
1.1 La réalité hétérogène des décès dus aux inondations	13
1.1.1 Les enjeux.....	13
1.1.2 La définition des décès dus aux inondations	15
1.1.3 La diversité des circonstances collectives et individuelles.....	16
1.2 Des situations et des comportements diversifiés, insuffisamment documentés.....	17
1.2.1 Types d'événements d'inondation	17
1.2.2 Caractéristiques personnelles des victimes.....	18
1.2.3 Les principaux types de situation dans lesquelles se trouvaient les victimes	19
1.2.4 Les comportements « à risque »	20
1.2.5 Les enjeux d'une meilleure compréhension des décès	22
1.3 Les données concernant les décès et leurs circonstances en France : état des lieux et perspectives.....	22
1.3.1 Les sources d'informations et les bases de données existantes	22
1.3.2 La base euro-méditerranéenne FFEM-DB	24
1.3.3 La base Vict-In.....	24
1.3.4 Faire de Vict-In élargie la base de référence institutionnelle française	26
1.4 La représentativité des victimes par rapport aux personnes exposées aux mêmes conditions d'inondation	28
1.5 Les « personnes sauvées de justesse d'un risque mortel »	29
2 Réduire les occurrences de décès lors des inondations	30
2.1 Des actions transversales pour réduire les risques de décès	30
2.1.1 Développer la perception et la conscience des risques.....	30
2.1.2 Développer la culture du risque par des dispositifs de mémoire des inondations rares et exceptionnelles	32
2.1.3 Poursuivre la consolidation des actions et missions de vigilance, de	

<i>prévision et d'alerte</i>	34
2.1.4 Assurer les communications cruciales entre particuliers	39
2.1.5 Gérer la crise et les secours	40
2.1.6 Suivre la mise en œuvre des mesures à engager en matière de prévention des inondations	41
2.1.7 Impliquer davantage la population dans les exercices de sécurité civile	42
2.2 Adapter les actions spécifiques aux divers types de circonstances de décès	43
2.2.1 Sensibiliser aux risques immédiats liés aux déplacements en véhicule	43
2.2.2 Mieux prévenir les décès dans les bâtiments	48
2.2.3 Appréhender les risques des déplacements à pied à l'extérieur des bâtiments.....	56
2.2.4 Favoriser les bonnes conditions d'une évacuation	57
Conclusion	62
Annexes	64
1 Annexe 1 : Lettre de mission	65
2 Annexe 2 : Liste des personnes rencontrées	67
3 Annexe 3 : Recensement des événements en France ayant conduit à des décès directs ou disparitions connus depuis 1930	71
4 Annexe 4 : Synthèse rapide de travaux scientifiques et techniques relatifs aux circonstances des décès dus aux inondations (note IGEDD)	91
4.1 Les enjeux	91
4.2 Définir et caractériser les décès	93
4.3 Sources d'information et bases de données	95
4.3.1 <i>Aperçu de bases de données sur les décès dus aux inondations</i>	96
4.3.2 <i>Les sources d'information primaires potentiellement accessibles en France pour décrire les cas de décès et leurs circonstances</i>	98
4.4 Les objectifs et cadres des travaux scientifiques et techniques	100
4.4.1 <i>La description et la compréhension des circonstances des décès</i> ...	100
4.4.2 <i>Les études sur la stabilité des personnes se déplaçant dans l'eau</i> ...	101
4.4.3 <i>Les études sur la stabilité des véhicules terrestres dans l'eau</i>	102
4.4.4 <i>La modélisation et la prédétermination des décès potentiels</i>	104
4.5 Différents types de circonstances de décès dus aux inondations, leur	

représentativité et la compréhension que l'on peut en avoir.....	105
4.5.1 La grande diversité des circonstances et la multiplicité des facteurs intervenant dans les cas de décès.....	105
4.5.2 Le poids de quelques grands déterminants potentiels de décès, tels qu'ils apparaissent dans les bilans	108
4.5.3 Les décès dans les bâtiments.....	113
4.5.4 Les décès liés à l'usage des véhicules	115
4.5.5 Les décès liés aux déplacements à pied dans l'eau à l'extérieur des bâtiments	116
4.6 La question des comportements individuels.....	117
4.6.1 L'importance du facteur comportemental	117
4.6.2 Pour quelles raisons rester exposé à l'inondation ou aller s'exposer ?	118
4.7 Liste de documents consultés	119
5 Annexe 5 : note de cadrage de la mission (extrait).....	124
6 Annexe 6 : instruction interministérielle du 31 décembre 2015 relative à la prévention des inondations et aux mesures particulières pour l'arc méditerranéen face aux évènements météorologiques extrêmes	131
7 Annexe 7 : Sigles et acronymes	139

Synthèse

Par lettre du 24 février 2022, le ministre de la transition écologique et le ministre de l'intérieur ont chargé l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable et l'Inspection générale de l'administration d'une mission sur les circonstances des décès dus aux inondations.

Les décès dus aux inondations sont des décès de trop. Ils incitent les pouvoirs publics à mener une analyse objectivée afin d'en prévenir les causes et les conséquences. Au regard du bilan des victimes de la tempête Xynthia en 2010 et de la quarantaine d'inondations majeures de ces dix dernières années, ayant causé la mort de plus de 150 personnes sur le seul arc méditerranéen, il est notamment demandé à la mission de recenser ces décès et d'en analyser les circonstances sur les territoires touchés. Il lui est demandé également d'évaluer les facteurs qui expliquent la mortalité, d'examiner la portée et l'appropriation des campagnes de prévention pour informer les populations sur les conduites à tenir en cas d'inondations de divers types. Il est attendu de la mission qu'elle identifie les mesures de nature à éviter ces décès.

Les membres de la mission ont rencontré les responsables des différentes administrations centrales concernées, la direction générale de la prévention des risques (DGPR) et la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC), ainsi notamment que des universitaires ayant développé sur la durée des connaissances et travaux spécifiques, et des acteurs nationaux de la prévention des risques d'inondations.

L'année 2010 constituant depuis le milieu du siècle dernier un « pic » dans le nombre de décès dus aux inondations en France hors rupture du barrage de Malpasset¹, la mission est donc partie de cette année pour ses investigations. Elle s'est rendue dans les trois départements qui ont connu dans un passé récent des inondations de nature exceptionnelle ayant provoqué de nombreuses victimes, l'Aude, le Var et les Alpes-Maritimes où elle a rencontré des représentants des services de l'État et des collectivités concernés par la gestion de crise et des élus ayant subi ces événements majeurs dans leur commune.

La mission s'est concentrée sur les décès directs et immédiats dus aux inondations, en excluant les décès qui seraient dus à des phénomènes concomitants mais différents de l'inondation au sens strict (tempêtes, glissements de terrain...). Elle fait 14 recommandations qu'elle a souhaité, pour la plupart, directement opérationnelles.

Elle a analysé dans un premier temps les différentes circonstances très hétérogènes des décès liés aux inondations et le profil des victimes. Elle a expertisé également les données disponibles en France. Elle a pu noter en particulier que les caractéristiques des personnes ayant été exposées à des inondations ne sont pas connues ni étudiées : seules les personnes parmi elles qui sont décédées sont parfois recensées.

La mission classe les décès en trois grands types de situations pour les inondations majeures : ceux survenant dans des bâtiments (ou à proximité immédiate pour des gens fuyant un bâtiment dangereux ou essayant de se protéger), les décès liés à l'utilisation d'un véhicule (emportement ou submersion d'un véhicule, tentative de récupérer un véhicule en parking souterrain, tentative de fuir un véhicule...), ceux enfin qui sont liés à une présence à pied en extérieur. Cette distinction apparaît pertinente pour élaborer des pistes de prévention.

Sur l'arc méditerranéen français, en 40 ans, les victimes lors d'inondations peuvent schématiquement être réparties en trois tiers. Sur 328 victimes, 35% des décès sont liés à l'utilisation de l'automobile, 31% des décès ont lieu au domicile, très peu de décès sur le lieu de travail, 32% des décès concernent des personnes à pied en extérieur ou en campings. 80% des

¹ Le 2 décembre 1959, la rupture du barrage de Malpasset, dans le Var, a entraîné la mort de 421 personnes.

victimes sont habitants de la commune ou de communes voisines.

Pour ce qui concerne le dénombrement, en l'absence de base de données à vocation exhaustive, la mission a pris connaissance de la base de données Vict-In, créée et développée par une équipe de recherche de l'université de Montpellier III, qui décrit les circonstances de décès individuels sur 40 ans, sur l'arc méditerranéen, avec la perspective d'élargissement à d'autres zones géographiques. Ces travaux techniques et scientifiques montrent la nécessité de conduire des investigations lourdes au plus près du terrain pour avoir le plus d'informations pour chaque décès et gérer les ambiguïtés ou incohérences entre sources. La mission a donc choisi de s'appuyer sur des travaux existants et en cours plutôt que de refaire des investigations détaillées de terrain sans en avoir les moyens, et de construire la connaissance future des décès sur ces acquis. La première des recommandations de la mission vise ainsi à créer une base de données de référence nationale en confiant à l'Université de Montpellier III, par convention, la gestion de l'évolution et l'élargissement de Vict-In.

Dans les bilans de catastrophes, les cas de personnes « sauvées de justesse » ne sont généralement pas analysés, alors même qu'elles ont été placées dans des situations très comparables à une partie au moins des personnes décédées, et qu'elles n'ont pu devoir la vie qu'à des circonstances particulières : intervention urgente et in extremis des services de secours, assistance par des tiers, situations d'auto-sauvetage périlleuses. Les effectifs de personnes ayant été sauvées ainsi semblent être bien supérieurs aux effectifs de décès.

En complément de la première recommandation, la mission suggère de conduire un travail exploratoire scientifique, en coopération avec des services départementaux d'incendie et de secours qui ont été confrontés à des événements d'inondations intenses, afin de proposer un cadre pour le recueil d'informations venant alimenter une base de données spécifique, cohérente avec Vict-In.

La mission s'attache, dans un deuxième temps, aux moyens de réduire les occurrences de décès lors des inondations, et donc les bilans humains, en proposant des actions transversales pour réduire les risques et des actions spécifiques aux divers types de circonstances et de décès.

Il s'agit tout d'abord de développer la perception et la conscience des risques. Toute action visant à éduquer et à sensibiliser sert par principe la prévention des décès, dès lors que dans certaines circonstances, les inondations peuvent tuer (force de l'eau, surestimation du sentiment de sécurité des habitants, comportements « à risques »). L'efficacité de l'ensemble de ces actions doit être évaluée en regard des comportements des habitants dans ces situations exceptionnelles, à partir d'enquêtes détaillées.

Les entretiens conduits par la mission sur le terrain ont confirmé par ailleurs les confusions qui peuvent perdurer au sein de la population entre vigilance et alerte, au sens des dispositifs publics. Des travaux sur l'arc méditerranéen français montrent que sur un échantillon de 76 décès précisément datés, 74% de ces décès sont survenus en vigilance orange. Pour la mission, il paraît nécessaire de conduire une réflexion sur le recours à la couleur orange comme code de vigilance météorologique, et sur les avantages et inconvénients respectifs du maintien d'une symbolique « ambiguë », d'une part, d'une modification d'un dispositif connu, d'autre part.

Les modalités d'alerte à la population dépendent des possibilités d'anticipation, de la nature et de l'intensité des risques, qui sont différents selon les caractéristiques de la submersion attendue, et la vulnérabilité des personnes exposées.

Parmi la diversité de modes de diffusion des alertes, des évolutions importantes récentes ou en cours de déploiement, portent sur le dispositif de sirènes avec les limites de sa compréhension par la population, sur le dispositif d'alerte par diffusion cellulaire FR-Alert, et sur l'établissement de fichiers d'alerte communaux pour des contacts directs par les équipes municipales ou l'utilisation d'automates d'alerte. La cohérence entre ces différents canaux est un facteur important de leur

crédibilité et de leur efficacité.

Compte-tenu des inondations majeures qui se sont produites dans un passé récent, la mission considère que l'instruction interministérielle du 31 décembre 2015 relative à la prévention des inondations et aux mesures particulières pour l'arc méditerranéen face aux événements météorologiques extrêmes doit être actualisée chaque année et diffusée à l'ensemble des préfets de département exposés à des risques d'inondations rapides et soudaines. Cette instruction a mobilisé les préfets de région et de départements concernés notamment sur le niveau d'information et la promotion des comportements adaptés, la réduction de la vulnérabilité des habitations, la réalisation des plans communaux de sauvegarde. Son application doit être suivie au niveau des cabinets ministériels.

La mission a constaté que si des exercices étaient organisés dans les communes aux risques d'inondation avérés, ils étaient le plus souvent limités à des exercices-cadres portant sur l'articulation et le bon fonctionnement de l'ensemble des pouvoirs publics et de la chaîne de secours. Il lui a paru indispensable d'inciter les communes à organiser ces exercices en impliquant la population, avec l'appui des services de l'État et de l'ensemble des acteurs de crise, pour tester le caractère opérationnel de leur plan communal de sauvegarde et la diffusion auprès des habitants des bons comportements à adopter.

La mission s'est attachée ensuite à la prise en compte d'actions spécifiques visant à prévenir ou limiter les divers types de circonstances de décès.

La priorité est de sensibiliser aux risques immédiats liés aux déplacements en véhicule. La moitié des décès liés aux véhicules concerne des tentatives de franchissement de pont ou de passage à gué, soit 15% de l'ensemble des décès répertoriés. Dans les exemples dont la mission a eu à connaître, la mauvaise appréhension du risque est renforcée par le sentiment des conducteurs d'être capables de franchir les zones inondées, d'une part, par la motivation du déplacement, d'autre part. Une part importante des décès est due à ces comportements imprudents. La mission formule plusieurs recommandations notamment pour inclure dans le code de la route, des dispositions en terme de prévention et de répression en situation d'inondation, et dans la formation dans les auto-écoles une explicitation des enjeux. Afin de renforcer la confiance des parents à l'égard de l'école pour prendre en charge les enfants, elle propose de rendre obligatoire un exercice inondation par an dans chaque établissement scolaire des zones concernées par les risques d'inondation en y invitant les parents. Elle propose d'imposer aux constructeurs automobiles d'inclure un outil permettant de couper la ceinture de sécurité et de briser la vitre latérale dans l'équipement de tout véhicule neuf pour pouvoir en sortir quand les passagers sont pris au piège de l'eau.

Pour mieux prévenir les décès dans les bâtiments, la mission recommande que les services de l'État s'assurent que les plans communaux de sauvegarde sont précis sur les conditions d'information de la population notamment sur les comportements à adopter, en portant une attention particulière aux personnes les plus vulnérables et aux non-résidents. Cela suppose de tenir à jour une liste des personnes qui doivent faire l'objet d'un accompagnement individuel et d'une intervention prioritaire et/ou anticipée des services municipaux en cas d'alerte inondation.

Elle insiste sur les risques spécifiques concernant les parkings souterrains, en étudiant les possibilités techniques de bloquer un ascenseur pour empêcher les piétons de descendre aux parkings en sous-sol en cas d'inondation, ainsi que la possibilité d'imposer dans les permis de construire que les portes de sortie des parkings en sous-sol s'ouvrent vers l'accès aux escaliers, en tenant compte toutefois de la réglementation concernant d'autres risques et notamment le risque incendie.

La mission s'est enfin préoccupée des conditions dans lesquelles doivent être conduites les évacuations de la population. Les élus rencontrés ainsi que les services de secours ont notamment mis l'accent sur les conditions d'une évacuation forcée, contre l'avis des habitants malgré le danger encouru par eux. Ils ont mis en avant leur responsabilité pénale et morale. Pour la mission, compte-

tenu des situations qui lui ont été rapportées, il y a urgence à étudier et définir le cadre juridique d'une évacuation forcée, en cas d'inondation, contre la volonté des habitants concernés.

Liste des recommandations

- Recommandation 1. Systématiser, pour les événements d'inondations conduisant à des décès ou des disparitions, le recueil, au plus tard dans le mois qui suit l'évènement, de l'ensemble des informations pouvant être altérées par le temps (DGSCGC, préfets de département). 23**
- Recommandation 2. Créer une base de données de référence nationale en confiant à l'Université de Montpellier III, par convention avec le ministère en charge de l'environnement pour le compte des autres ministères concernés, la gestion de l'évolution et l'élargissement de Vict-In (DGPR). 26**
- Recommandation 3. Rappeler et inclure dans le cahier des charges des plans communaux de sauvegarde l'obligation de la pose de repères du niveau des crues passées, et l'intérêt d'ajouter un deuxième repère de nature différente qui montre le niveau minimum qu'atteindrait aujourd'hui l'évènement historique en question (DGSCGC, DGPR, préfets de département). 34**
- Recommandation 4. Conduire une réflexion sur le recours à l'orange comme code de vigilance météorologique, et sur les avantages et inconvénients respectifs du maintien d'une symbolique « ambiguë », d'une part, d'une modification d'un dispositif connu, d'autre part (DGPR). 36**
- Recommandation 5. Actualiser chaque année l'instruction du Gouvernement du 31 décembre 2015 en élargissant son champ à l'ensemble des zones exposées à des risques d'inondations rapides, et assurer un suivi étroit de sa mise en œuvre par les préfets concernés (DGSCGC, DGPR). 42**
- Recommandation 6. Inciter les communes à organiser des exercices impliquant la population, avec l'appui des services de l'État et de l'ensemble des acteurs de crise, pour tester le caractère opérationnel de leurs plans communaux de sauvegarde et la diffusion auprès des habitants des bons comportements à adopter (DGSCGC, préfets de département). 43**
- Recommandation 7. Inclure un outil permettant de couper la ceinture de sécurité et de briser la vitre latérale dans l'équipement de tout véhicule neuf (MIOM, MTECT). 45**
- Recommandation 8. Rendre obligatoire un exercice inondation par an dans chaque établissement scolaire des zones concernées par les risques d'inondation en y invitant les parents (DGSCGC, préfets de département, rectorats). 47**
- Recommandation 9. Inclure dans le code de la route, des dispositions en terme de prévention et de répression en situation d'inondation, et dans la formation une explicitation des enjeux (DGSCGC, délégation à la sécurité routière). 48**

Recommandation 10. S'assurer que les plans communaux de sauvegarde sont précis quant à la transmission à la population des informations et des recommandations sur les comportements à adopter par les différents publics, en portant une attention particulière aux plus vulnérables et aux non-résidents (préfets de département). 52

Recommandation 11. Inciter les maires à tenir à jour dans le cadre de leur plan communal de sauvegarde une liste des personnes qui doivent faire l'objet d'un accompagnement individuel et d'une intervention prioritaire et/ou anticipée des services municipaux en cas d'alerte inondation (préfets de département). 52

Recommandation 12. Etudier les possibilités techniques de bloquer un ascenseur pour l'empêcher de descendre au parking en sous-sol en cas d'inondation (DGSCGC)..... 55

Recommandation 13. Etudier la possibilité d'imposer dans les permis de construire que les portes de sortie des parkings en sous-sol s'ouvrent vers l'accès aux escaliers, en tenant compte de la réglementation concernant d'autres risques et notamment le risque incendie (DGSCGC, DGALN). 55

Recommandation 14. Étudier et définir le cadre juridique dans lequel pourrait s'inscrire une évacuation forcée, en cas d'inondation, contre la volonté des habitants concernés (DGSCGC). 61

D'autres recommandations, d'un rang secondaire ou relevant de pistes de réflexion à engager, figurent dans le texte du rapport, signalées par le symbole →→→

Introduction

Par lettre du 24 février 2022², le ministre de la transition écologique et le ministre de l'intérieur ont chargé l'Inspection générale de l'environnement et du développement durable (IGEDD) et l'Inspection générale de l'administration (IGA) d'une mission sur les circonstances des décès dus aux inondations.

Au regard du bilan des victimes de la tempête Xynthia en 2010 et, sur le seul territoire de l'arc méditerranéen, de la quarantaine d'inondations majeures ces dix dernières années ayant causé la mort de plus de 150 personnes, il est notamment demandé à la mission de recenser l'ensemble de ces décès et d'en analyser les circonstances sur les territoires touchés, d'évaluer les facteurs qui expliquent la mortalité, d'examiner la portée et l'appropriation des campagnes de prévention pour informer les populations sur les conduites à tenir en cas d'inondations. Il est attendu de la mission qu'elle identifie les mesures de nature à éviter ces décès.

Les membres de la mission ont rencontré les responsables des différentes administrations centrales concernées, la direction générale de la prévention des risques (DGPR) et la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises (DGSCGC), ainsi notamment que des universitaires ayant développé sur la durée des connaissances et travaux spécifiques, et des acteurs nationaux de la prévention des risques d'inondations.

L'année 2010 constitue depuis le milieu du siècle dernier un « pic » dans le nombre de décès dus aux inondations en France, hors rupture du barrage de Malpasset. Aussi bien la lettre des ministres, que la complétude et la qualité des données disponibles et la relative proximité temporelle ont conduit la mission à prioriser les années 2010 à 2021 pour ses investigations. Elle s'est rendue dans les trois départements qui ont connu dans un passé récent des inondations de nature exceptionnelle ayant provoqué de nombreuses victimes, l'Aude, le Var et les Alpes-Maritimes où elle a rencontré des représentants des services de l'État et des collectivités concernés par la gestion de crise et des élus ayant subi ces événements majeurs dans leur commune. Certaines des actions faisant suite aux retours d'expérience n'ont pas encore été totalement mises en place.

La mission a recueilli des données et travaux techniques publiés sur un périmètre de temps large (incluant la deuxième moitié du XXème siècle), ainsi que pour des pays relativement comparables à la France. Cette démarche, dont la synthèse est exposée en annexes 3 et 4, a permis de montrer qu'au-delà de la très grande diversité des cas individuels de décès, quelques grands types de circonstances et de facteurs sont potentiellement signifiants.

L'ensemble des éléments méthodologiques de la mission a fait l'objet d'une note de cadrage en juin 2022 (cf. annexe 5). En prenant en considération les premiers éléments recueillis, cette note précise notamment le périmètre des travaux de la mission, qui se concentre sur les décès directs et immédiats dus aux inondations, en excluant les décès qui seraient dus à des phénomènes concomitants mais différents de l'inondation au sens strict (tempêtes, glissements de terrain...).

Dans le présent rapport, la mission, dans un premier temps, a analysé les différentes circonstances des décès liés aux inondations, très hétérogènes, et le profil des victimes. Elle a expertisé également les données disponibles concernant ces décès et ces circonstances en France.

Elle s'attache, dans un deuxième temps, aux moyens de réduire les occurrences de décès lors des inondations, en proposant des actions transversales pour réduire les risques et des actions

² Annexe 1.

spécifiques aux divers types de circonstances et de décès.

1 Connaître et comprendre les circonstances des décès

La réduction des coûts en vies humaines est un objectif phare mis en avant par les politiques de gestion des risques d'inondation, à côté de la réduction des autres impacts, qu'ils soient matériels, économiques, sociaux, environnementaux ou patrimoniaux. Il s'agit notamment du premier objectif mis en avant dans la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation³.

Les événements de mars 1930 dans le sud-ouest illustrent la sensibilité de la question des inondations quand elles provoquent des décès. Ils ont fait 230 victimes et ont conduit à l'instauration de la première journée de deuil national en France⁴. En octobre 1988, les inondations à Nîmes ont conduit à une dizaine de décès, alors que la violence de l'événement pouvait laisser craindre un nombre bien plus important. Des rumeurs tenaces faisaient état de dizaines, voire de 200 victimes⁵. Les inondations « meurtrières » de 2010, notamment la tempête Xynthia sur le littoral ouest et les inondations rapides dans le département du Var, ont conduit à l'élaboration et au développement du plan national submersion rapide, faisant évoluer réglementations et dispositifs, dont le déploiement se poursuit dans le cadre des stratégies nationales de gestion du risque d'inondation (cf. supra). D'autres inondations ont de même marqué les esprits du grand public, comme celles qui ont touché le Grand-Bornand, Vaison-la-Romaine ou les vallées de la Roya, de la Tinée et de la Vésubie.

Malgré cette sensibilité politique et sociale, relativement peu de travaux ont été explicitement et spécifiquement dédiés à la compréhension des circonstances des décès, en comparaison des travaux conduits sur les aléas, les dommages matériels ou sur les différents volets des politiques concourant à la gestion des risques d'inondation. Les annexes 3 et 4 proposent respectivement un état des lieux des recensements des décès en France et une synthèse rapide de connaissances scientifiques et techniques relatives à la compréhension des circonstances des décès.

1.1 La réalité hétérogène des décès dus aux inondations

1.1.1 Les enjeux

Les décès dus aux inondations sont des décès de trop. Ils nécessitent de mener une analyse objectivée afin d'en prévenir les causes et les conséquences. Ils représentent des situations et circonstances très hétérogènes (et pas seulement la distinction entre noyades et autres causes), y compris le cas échéant à l'échelle d'un événement et d'un territoire. Des travaux institutionnels, techniques ou scientifiques utilisent ainsi des définitions différentes de ces décès.

L'agence européenne de l'environnement a établi des estimations pour 32 pays sur la période 1980 à 2020, pour les événements météorologiques et climatiques. Sur cette période, les inondations constituent les causes de 5 000 à 6 000 décès, soit une moyenne annuelle comprise entre 125 et 150. Le nombre global de décès présente une tendance à la baisse, alors que le nombre de personnes affectées par les événements d'inondations présente une tendance inverse⁶.

³ <https://www.ecologie.gouv.fr/prevention-des-inondations>

⁴ Boudou, M. (2015). Approches multidisciplinaires pour la caractérisation d'inondations remarquables : enseignements tirés de neuf événements en France (1910-2010). Thèse de doctorat, Université Paul Valéry - Montpellier 3, 464 p.

⁵ Duclos, P., Vidonne, O. Beuf, P., Perray, P., & Stoebner, A. (1991). *Flash flood disaster - Nîmes France 1988*. *European Journal of Epidemiology*, 7(4), pp. 365-371.

⁶ *European Environmental Agency (2021). Economic losses and fatalities from weather- and climate-related events in Europe.*

En France, le ministère en charge de l'environnement fait état des expositions suivantes :

- 17,1 millions d'habitants permanents exposés aux différentes conséquences des inondations par débordement de cours d'eau, dont 16,8 millions en métropole ;
- 1,4 million d'habitants exposés au risque de submersion marine, avec 20% des habitations exposées aux submersions marines qui sont de plain-pied.

En synthèse (cf. annexe 3), sur 50 ans, de 1973 à 2022 inclus, ce sont 649 décès ou disparitions recensés en France, dont 65 dus à des phénomènes côtiers (53 pour la seule tempête Xynthia) et 584 à des phénomènes non côtiers, crues de cours d'eau, phénomènes de ruissellements ... En décomposant par décennies, on recense respectivement pour les inondations non côtières 58, 149, 152, 79, et 146 décès (146 pour la décennie 2013-2022).

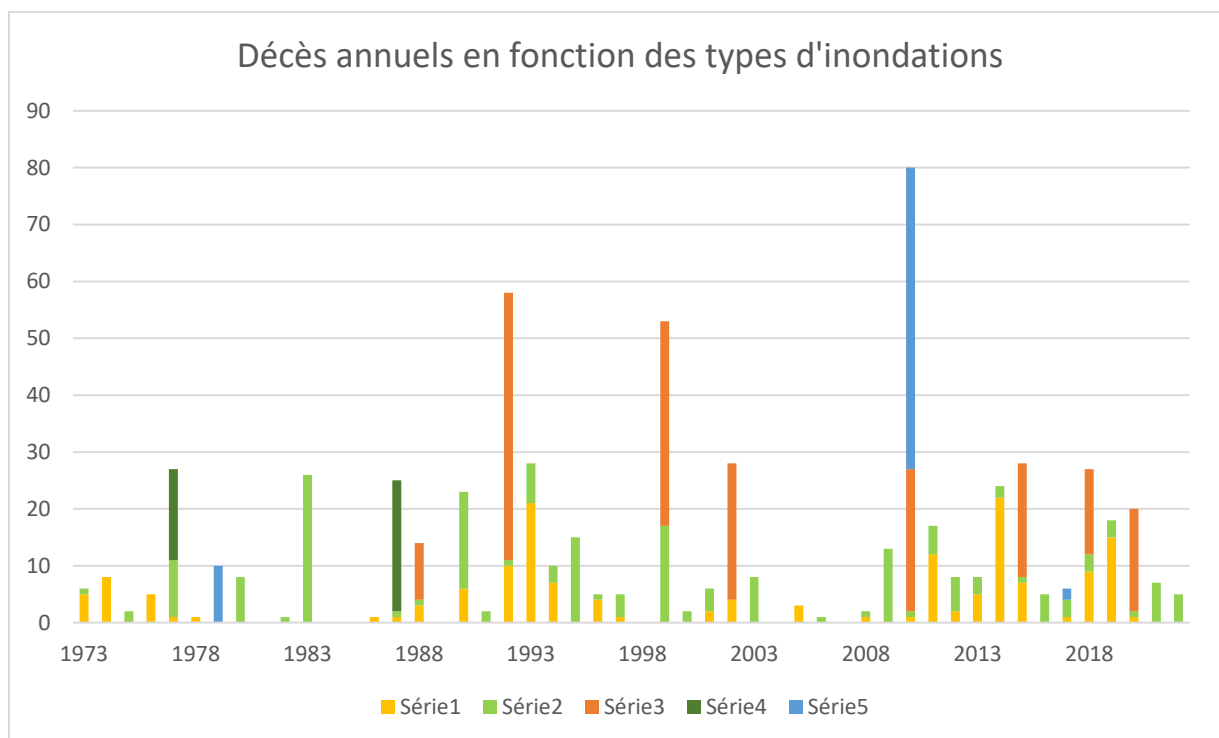
Ces chiffres concernant les événements « non côtiers » recouvrent en fait une grande diversité de phénomènes « meurtriers », une répartition variable au fil des décennies entre zone méditerranéenne et reste de la France (respectivement 354 et 230 décès, 113 et 33 sur la dernière décennie), une différence dans la répartition entre "grands" (10 décès et plus) et "petits" événements (respectivement 234 et 350 décès). Sur cette même durée, il faut noter que les différentes composantes et les dispositifs de mise en œuvre de la politique publique ont fortement évolué⁷.

Sur les 25 dernières années, les événements non côtiers représentent 223 décès dans l'arc méditerranéen pour 91 dans le reste de la France (outre-mer compris, s'agissant strictement de décès dus aux inondations, y compris à l'occasion d'autres catastrophes naturelles comme les ouragans), 138 décès lors de « grands événements » pour 176 décès dus aux événements « plus modestes ».

Le graphique 1 qui suit illustre le nombre annuel de décès et disparitions liés à différents types d'événements, et fait apparaître la grande irrégularité des bilans et des circonstances en termes d'aléas naturels.

⁷ Ce constat ne permet pas en soi de tirer quelque conclusion que ce soit sur un éventuel effet du changement climatique.

Graphique n°1 : Nombres annuels de décès et de disparitions dus aux inondations, en fonction du type d'événement



Série 1 : événements continentaux de l'arc méditerranéen causant chacun moins de 10 décès / disparitions
 Série 2 : événements continentaux hors arc méditerranéen causant chacun moins de 10 décès / disparitions
 Série 3 : événements continentaux de l'arc méditerranéen causant chacun 10 décès / disparitions ou plus
 Série 4 : événements continentaux hors arc méditerranéen causant chacun 10 décès / disparitions ou plus
 Série 5 : événements côtiers

Source : mission, cf. annexe 3

1.1.2 La définition des décès dus aux inondations

La définition synthétique de ce qu'est un décès dû à une inondation fait relativement consensus dans la littérature scientifique et technique, en l'absence de définition institutionnelle : « un décès qui ne serait pas intervenu en l'absence de l'événement d'inondation », l'inondation étant elle-même une « submersion temporaire, par l'eau, de terres qui ne sont pas submergées en temps normal, quelle qu'en soit l'origine »⁸.

Le consensus est moins manifeste quand il s'agit de caractériser plus avant ces décès qui peuvent être directs (liés aux effets de la submersion et de la présence d'eau) ou indirects, et immédiats ou différés⁹. Le tableau qui suit illustre ces « catégories » de décès.

Par la force des choses, et en considération des informations et connaissances disponibles, les travaux de la mission se sont concentrés sauf exception sur les décès directs et immédiats, ainsi que sur les disparitions que les informations disponibles lient à l'effet direct de l'inondation. Les décès indirects ou différés apparaissent, à ce jour, trop mal connus pour fonder des recommandations de prévention. Comme cela est détaillé en annexe 4, les décès différés peuvent être significatifs, et ne sont aujourd'hui apparemment pas investigués, en dehors d'un nombre très réduit de travaux anciens. Les impacts des inondations sur la santé en général, et la santé mentale

⁸ <https://www.gouvernement.fr/risques/inondation>

⁹ Les différents travaux ne retiennent pas un délai uniforme pour qualifier un décès de « différé ».

en particulier, sont également loin d'être anodins.

Tableau n°1 : Caractérisation des décès dus aux inondations

Décès dus aux inondations	immédiats (inondation et actions de secours, de nettoyage...)	différés
directs	exemples : noyade, hypothermie, blessures physiques incertitudes sur l'identification : faibles	exemples : suites de blessure survenue pendant l'inondation incertitudes sur l'identification : élevées
indirects	exemples : crise cardiaque, blessures lors des opérations de secours ou de nettoyage (intoxications au monoxyde de carbone dans des sous-sols), crash d'hélicoptère mobilisé dans les opérations de secours incertitudes sur l'identification : moyennes	exemples : décès suite à des problèmes de santé aggravés par le stress de l'événement ou l'interruption de traitement médical incertitudes sur l'identification : très élevées

Source : Mission ¹⁰

Par ailleurs, un certain nombre d'inondations sont concomitantes d'autres aléas naturels : cyclone, tempête, mouvement de terrain ... et en l'absence de témoignage direct sur les circonstances d'un décès, le lien avec ces différents événements n'est pas forcément déterminable. Deux aléas se manifestant de façon concomitante et liée peuvent générer des facteurs de risques « non cohérents » entre eux, qui appellent respectivement des comportements « opposés » dans certaines circonstances et certains lieux : se calfeutrer chez soi en cas de forte tempête de vent mais évacuer face à une inondation affectant toutes les surfaces d'un bâtiment, voire sa résistance structurelle.

1.1.3 La diversité des circonstances collectives et individuelles

Les décès dus aux inondations en France se constatent aussi bien dans la zone méditerranéenne que dans le reste du territoire national, et résultent de « grands » événements aussi bien que de phénomènes plus « modestes » (cf. 1.1.1). Se préoccuper des circonstances des décès dus aux inondations conduit donc à investiguer plus avant les différents types de circonstances. La grande diversité, à la fois des situations de catastrophes et des cas individuels de décès, conduit à chercher des informations au-delà du territoire national et de sa propre spécificité hydro climatique. La synthèse présentée à l'annexe 4 s'appuie par conséquent sur un périmètre élargi englobant l'Europe, et examinant au besoin des résultats provenant des États-Unis d'Amérique et d'Australie au titre de proximités sociales et économiques.

L'hétérogénéité des circonstances des décès - et des disparitions - dus aux inondations, tient

¹⁰ D'après :

Vinet, F., Boissier, L., & Saint-Martin, C. (2016). *Flashflood-related mortality in southern France: first results from a new database*. *E3S Web of Conferences 7, FLOODrisk 2016 - 3rd European Conference on Flood Risk Management*, 10 p.

Vinet, F. (2018). Impacts humains et sanitaires des inondations. Dans Vinet F. (publié sous la direction de), *Inondations 1 : la connaissance du risque*, ISTE Press Elsevier.

d'abord à la multiplicité des facteurs qui peuvent influencer les faits conduisant à ces événements dramatiques, et à la diversité des situations d'aléa (types d'inondation, caractéristiques temporelles et hydrauliques sur le lieu de l'accident), des situations et des caractéristiques des victimes au moment des faits, des comportements et de leurs motivations, des situations de gestion collective des risques (prévision, alerte, secours, évacuation...)... (cf. annexe 4, § 4.5.1).

Les causes médicales et physiques des décès sont très diversement identifiées dans les travaux consultés, pour différentes raisons dont les limites d'accès aux informations et des difficultés intrinsèques à discriminer la cause déterminante dans un certain nombre de cas en l'absence de résultats d'autopsie : noyade ou hypothermie, noyade ou blessures physiques... Dans la grande majorité des travaux consultés, les noyades représentent beaucoup plus de la moitié des décès auxquels s'ajoutent des traumatismes physiques, des crises cardiaques, des états de chocs, des électrocutions, des intoxications au monoxyde de carbone pendant les travaux immédiats de déblaiement et de nettoyage. Plusieurs travaux font état de suicides directement liés à la survenue de la catastrophe, a priori à très court terme, sans que soient pris en compte les éventuelles conséquences psychologiques à moyen terme de la catastrophe.

1.2 Des situations et des comportements diversifiés, insuffisamment documentés

Les éléments présentés ici sont détaillés, avec leurs sources, dans l'annexe 4.

Plusieurs publications indiquent que, de façon globale et en moyenne, lors de crues exceptionnelles, les décès à domicile sont plus nombreux en proportion, et les décès liés à une présence à l'extérieur moins nombreux que lors de crues plus courantes. Les travaux disponibles ne permettent pas d'affiner quantitativement ce sujet en France, ni d'explorer les différences entre bilans respectifs de différents événements. La variabilité des types et nombres de décès par événement peut être liée aux différences entre des caractéristiques très locales de l'aléa (zones de fort écoulement ou zones de « remplissage progressif » par l'eau), et/ou aux différences dans l'occupation et l'aménagement des zones directement impactées. Les éléments de bilan globaux, qui sont présentés ci-après, peuvent éclairer les enjeux globaux et les points d'attention pour des politiques et actions nationales.

1.2.1 Types d'événements d'inondation

De façon générale, les crues et inondations soudaines (ruissellements, petits bassins versants), pèsent plus lourdement dans le bilan des décès, notamment par noyades et traumatismes physiques. Durant les dernières décennies sur l'arc méditerranéen français, la moitié des décès interviennent sur des bassins versants de petite taille (moins de 150 km²), dont beaucoup n'ont pas d'écoulement permanent¹¹.

Pour autant, les études sur les décès apportent assez rarement des données quantitatives précises sur les conditions de submersion (hauteur de l'eau et vitesse du courant, par exemple) au lieu et au moment du décès ou de l'accident, sauf investigations locales détaillées et approfondies : c'est une difficulté intrinsèque en l'absence de témoignages directs.

Les défaillances d'ouvrages de protection constituent une situation particulière, elles accroissent le danger encouru par la soudaineté, et la rapidité beaucoup plus forte d'arrivée et de montée de l'eau. Sur l'arc méditerranéen français, depuis 1980, deux situations de rupture d'ouvrage ayant entraîné des décès ont été répertoriées. Pour l'événement de Xynthia, un grand nombre de victimes se trouvaient dans une zone endiguée : en particulier à la Faute-sur-Mer toutes les

¹¹ Vinet, F., Boissier, L., & Saint-Martin, C. (2016). *Flashflood-related mortality in southern France: first results from a new database*. *E3S Web of Conferences 7, FLOODrisk 2016 - 3rd European Conference on Flood Risk Management*, 10 p.

victimes se trouvaient à moins de 400 mètres d'une digue qui a connu des défaillances. Aux États-Unis, pour la période 1959-2005, 12% des cas de décès sont liés à des défaillances d'ouvrages.

Un certain nombre de travaux sur des territoires européens ou nord-américains font apparaître une majorité de décès de nuit. Pour l'inondation de Nîmes en 1988, l'horaire du paroxysme de l'inondation, en tout début de matinée, a vraisemblablement réduit le nombre de victimes : beaucoup de personnes se trouvaient à leur domicile, moins exposées qu'à l'extérieur et en capacité de porter secours à leurs voisins ; une partie du trafic entrant en ville a été bloquée par la submersion de certaines routes avant l'heure de pointe matinale ...

Sur l'arc méditerranéen français de 1980 à 2013¹², sur 76 cas de décès il a été possible de dater l'heure du décès / de l'accident conduisant au décès, en regard de la situation de vigilance météorologique : 74% de ces décès sont survenus en vigilance orange (la moitié de ces événements ne dépassant pas ce niveau de vigilance), 17% en vigilance rouge, 8% en vigilance jaune (6 décès, dont 4 franchissements de passages à gué à pied ou en voiture). Sur les 5 événements pris en compte dans l'étude ayant atteint la vigilance rouge, 4 ont conduit à des décès.

1.2.2 Caractéristiques personnelles des victimes

Quelques caractéristiques globales concernant des ensembles de victimes, sur une série d'événements ou sur une certaine période, donnent des indications plus ou moins homogènes. Si les caractéristiques personnelles des victimes présentent des corrélations avec les risques de décès, en déduire des règles de causalité est plus complexe. La surreprésentation de tel ou tel groupe social ou démographique, au sein des victimes d'un ensemble d'événements, est étudiée quasiment toujours en regard des caractéristiques de la population nationale, de la population locale ou au mieux de la population des communes touchées par l'inondation. Ainsi, un taux important de personnes âgées parmi les victimes ne permet pas de déterminer si cela est dû :

- à leur surreprésentation dans la zone impactée au moment de l'inondation ou au moment de la première alerte,
- à leur surreprésentation parmi les victimes en regard des personnes sinistrées,
- ou à un cumul de ces deux facteurs.

Les données récentes les plus représentatives, en nombre et en complétude, disponibles pour la France, concernent l'arc méditerranéen depuis 1980¹³, et présentent :

- une surreprésentation des personnes les plus âgées, les plus de 60 ans représentant 41,2% des décès, mais 20,6% de la population ;
- une sous-représentation des personnes les plus jeunes : les moins de 25 ans représentent 9,7% des décès mais 25% de la population ;
- une surreprésentation des hommes, soit 61% des victimes, alors qu'ils constituent un peu moins de 50% de la population nationale ; les hommes de 40 à 70 ans représentent 39% des décès, mais 20% de la population française ; la surreprésentation des hommes est

¹² Boissier, L. (2013). La mortalité liée aux crues torrentielles dans le Sud de la France : une approche de la vulnérabilité humaine face à l'inondation. Thèse de doctorat, Université Paul Valéry - Montpellier 3, 186 p., ann.

¹³ Boissier, L. (2013). La mortalité liée aux crues torrentielles dans le Sud de la France : une approche de la vulnérabilité humaine face à l'inondation. Thèse de doctorat, Université Paul Valéry - Montpellier 3, 186 p., ann.

Vinet, F., Boissier, L., & Saint-Martin, C. (2016). *Flashflood-related mortality in southern France: first results from a new database*. *E3S Web of Conferences* 7, FLOODrisk 2016 - 3rd European Conference on Flood Risk Management, 10 p.

Vinet, F., Chereil, J.-P., Weiss, K., Lewandowski, M. & Boissier, L. (2022) La mortalité liée aux inondations en région méditerranéenne française (1980–2020), LHB, 108:1, 15 p.

d'autant plus importante qu'il s'agit d'événements ponctuels, de faible ampleur spatiale ; la répartition entre genres est plus équilibrée pour des grandes catastrophes ;

- une surreprésentation des femmes parmi les victimes dans la tranche d'âge des plus de 60 ans.

Pour Xynthia, sur l'ensemble des victimes, 75% ont plus de 60 ans, très en décalage avec la population nationale (âge moyen de 38 ans à l'époque) et même en décalage avec l'ensemble des communes sinistrées (âge moyen 52 ans). Le quartier qui a concentré un grand nombre de décès était manifestement un quartier très habité par des retraités. Pour l'ouragan Katrina aux États-Unis en 2005, 60% des victimes avaient plus de 65 ans, ce qui marque un décalage moins prononcé que pour Xynthia mais néanmoins très significatif. Comme indiqué plus haut, il faudrait pouvoir disposer des caractéristiques d'âge des populations présentes dans les zones inondées.

La surreprésentation des personnes âgées s'observe très largement au travers des différents travaux consultés. La très nette sous-représentation des enfants et adolescents connaît quelques exceptions. Elle est néanmoins assez générale et soulève deux questions :

- leur taux de présence dans les zones inondables, en général et au moment de l'inondation (présence à l'école avec une prise en charge organisée, par exemple) ;
- les décisions et actions de leurs entourages et encadrants pouvant privilégier leur mise en sécurité en priorité forte sur toute autre action.

La surreprésentation des hommes parmi les victimes apparaît presque générale dans les bilans concernant des pays développés, constituant de l'ordre de 60% ou plus des victimes. Différents travaux analysent cette surreprésentation des hommes parmi les victimes, et en proposent différents éléments d'explication :

- les hommes exercent plus d'activités en extérieur ;
- ils sont plus représentés dans les services de secours et parmi les bénévoles au cours de la crise ;
- ils sont plus enclins à prendre des risques, qu'il s'agisse par exemple de sécuriser leurs propres biens ou de porter secours aux voisins, ou qu'il s'agisse de choix en matière de déplacements face à un risque potentiel.

La mission ne dispose pas de chiffres récents sur l'aptitude physique des sinistrés à prendre des mesures de protection et de sauvegarde lors de l'inondation. Des études aux États-Unis et en Australie¹⁴ font état pour quelques événements de l'influence de l'alcoolémie concernant un pourcentage significatif de victimes.

1.2.3 Les principaux types de situation dans lesquelles se trouvaient les victimes

Pour l'essentiel des travaux considérés, les auteurs opèrent une distinction entre trois grands types de situations que la mission reprend à son compte : les décès survenant dans des bâtiments (ou à proximité immédiate pour des gens fuyant un bâtiment dangereux ou essayant de sécuriser / protéger ; ces décès en bâtiments apparaissent plus représentés lors d'événements conduisant à plus de 10 victimes), les décès liés à l'utilisation d'un véhicule (emportement ou submersion d'un véhicule, tentative de récupérer un véhicule en parking souterrain, tentative de fuir un véhicule...), les décès liés à une présence à pied en extérieur.

¹⁴ Wilson, T. (2006). Les risques de blessures et de décès par imprudence lors des inondations. Les Annales des Mines - Responsabilité & Environnement, 43, pp. 57-63.

Sur l'arc méditerranéen français en 40 ans, sur 328 victimes 35% de décès sont liés à automobile, 31% décès ont lieu au domicile, très peu de décès sur le lieu de travail, 32% de décès de personnes à pied en extérieur ou en campings. Ces pourcentages se situent au milieu des gammes de valeurs observées dans d'autres bilans nationaux ou internationaux, avec des variations très fortes pour les décès en bâtiment ou à pied en extérieur (cf. annexe 4).

Sur ces mêmes 328 victimes, 80% habitent la commune du décès ou les communes voisines, 16% sont non résidentes, 4% résidentes secondaires. Sur la base d'une analyse de publications scientifiques concernant majoritairement l'Europe (secondairement l'Australie et les États-Unis), les touristes n'apparaissent pas surreprésentés dans les bilans des inondations par rapport aux résidents¹⁵. Ces derniers connaissent les lieux mais peuvent sous-estimer les risques, notamment rares. Les touristes peuvent se trouver perdus dans un lieu inconnu, mais ont moins d'attachement émotionnel avec un lieu ou un bâtiment, moins de biens à protéger, et peuvent choisir de se fier plus aux consignes officielles qu'à leur connaissance – très limitée – des lieux.

29 décès en campings sont recensés sur l'arc méditerranéen, soit 8,8% des victimes, dont un tiers pendant les mois de septembre : la moitié des 29 décès est liée à l'événement de septembre 1992 sur l'Ouvèze et ses affluents (en particulier Vaison-la-Romaine), l'autre moitié à 5 autres événements. Sur les données France entière de 1971 à 1995, les décès en campings sont plus nombreux et représentent un pourcentage plus important des victimes : plus de 63 personnes sur 230 soit 27%, dont les 38 victimes des deux événements du Grand-Bornand en 1987 et du bassin de l'Ouvèze en 1992. Les données disponibles ne permettent pas une analyse plus poussée, notamment en regard de l'évolution forte de la réglementation applicable aux campings en zones inondables. Par ailleurs, ces installations se sont diversifiées, avec un développement des *mobil homes* qui présentent des risques différents des tentes, et correspondent pour partie à des occupations non touristiques semi-permanentes ou permanentes. Concernant les décès en campings pour les crues soudaines aux États-Unis, qui représentent 2,8% des décès, 30 sur 76 sont liés à un seul événement, ce qui fait écho à la relative « concentration » des cas en France.

Les décès survenus en situation professionnelle sur l'arc méditerranéen apparaissent proportionnellement peu nombreux : il s'agit principalement de 10 professionnels des secours et 7 éleveurs (essayant de sauver leurs animaux) sur 328 décès.

Par ailleurs, 14 décès sont intervenus à l'occasion d'activités sportives, canyoning notamment.

Les connaissances disponibles, par types de circonstances de décès, sont développées en partie 2.2.

1.2.4 Les comportements « à risque »

L'Organisation mondiale de la santé estime en 2002 que 40% des décès liés aux inondations en Europe relèvent de « prises de risque »¹⁶. Des travaux australiens « imputent » 90% des décès à des « comportements dangereux »¹⁷. Pour autant, des comportements considérés comme irrationnels, pouvant aboutir à des mises en danger inutiles, sont bien souvent le fruit de décisions qui apparaissent parfaitement rationnelles du point de vue de la personne considérée, au moment où elle prend cette décision et sur la base des informations dont elle dispose¹⁸ : les témoignages

¹⁵ Petrucci, O. (2022) *Review article: Factors leading to the occurrence of flood fatalities: a systematic review of research papers published between 2010 and 2030*, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 22, 71-83.

¹⁶ Jonkman, S.N., & Kelman, I. (2005). *An analysis of the causes and circumstances of flood disaster deaths*. *Disasters*, 29(1), pp. 75-97.

¹⁷ Vinet, F., Boissier, L., & Saint-Martin, C. (2016). *Flashflood-related mortality in southern France: first results from a new database*. *E3S Web of Conferences 7, FLOODrisk 2016 - 3rd European Conference on Flood Risk Management*, 10 p.

¹⁸ Ruin, I. (2020) *Mobilités quotidiennes et crues éclair: une rencontre à haut risque !*, Mémoire présenté pour obtenir l'habilitation à diriger les recherches, Université Grenoble Alpes, 180 pages.

recueillis par les travaux de recherche montrent la difficulté à se représenter la violence et la rapidité de certains phénomènes, la difficulté à faire sens des situations hydrométéorologiques sur la base d'informations imprécises et incertaines, le rôle parfois ambigu et limité de la mémoire des crues passées, les emprises des contraintes quotidiennes et des charges mentales sur l'attention portée aux signaux d'alerte et sur les comportements de mise en protection.

A la lumière des connaissances et des expériences antérieures (il est rare qu'une personne, confrontée à une expérience d'inondation menaçant sa vie, ait déjà une telle expérience directe dans le passé) et en fonction des capacités d'action individuelles réelles ou supposées, des réactions des autres personnes présentes..., les comportements s'expriment au travers de plusieurs phases :

- percevoir les stimuli extérieurs de l'alerte ou des formes d'alerte ;
- comprendre la situation ;
- croire en l'information diffusée ;
- percevoir le danger pour soi ;
- évaluer les possibilités d'action (selon la connaissance des moyens adéquats, la capacité à mettre en œuvre, la capacité à évaluer rationnellement).

Les comportements des personnes évoluent au fil de l'événement, de même que leur vulnérabilité, en regard de la dynamique de l'exposition au risque, de l'information disponible ... La connaissance de ces comportements est rendue compliquée par l'absence de témoignages de tiers, ou par leur imprécision. Certains témoignages ne couvrent par ailleurs qu'une séquence de temps restreinte.

Quelques travaux scientifiques ont, par conséquent, étudié la manière dont des personnes survivantes, qui se sont trouvées exposées lors d'un événement, agissaient.¹⁹ L'annexe 4 mentionne de façon plus détaillée ces travaux, qui identifient un certain nombre de déterminants pour les comportements individuels :

- sous-estimation du risque (représentation de l'environnement et du risque, perception des capacités individuelles, perception de l'action des autorités et de la crédibilité des messages) ; méconnaissance de l'intensité de la menace que constitue une submersion, un écoulement ;
- difficulté à remettre en cause des occupations habituelles, des objectifs de la vie courantes, face à l'événement ;
- mise en sécurité individuelle, secours apporté à des proches ou à des tiers ;
- inquiétude pour des proches, avec ou sans nouvelles de leur part ; responsabilité vis-à-vis de proches (qui notamment amènent à des déplacements dans ou vers la zone inondée) ;
- panique, anxiété, peur ;
- sauvetage d'animaux, de biens personnels ;
- tentatives de réduire les dommages, d'empêcher l'entrée de l'eau dans un bâtiment.

La décision en situation de crise et de forte pression liée au temps disponible est spécifique. Non seulement le risque de décès est difficile à « anticiper », mais sa prise en compte pour décider de différentes réactions à l'événement ou pour remettre en cause différentes habitudes est complexe et extrêmement diverse selon les personnes et les circonstances.

¹⁹ Duclos, P., Vidonne, O. Beuf, P., Perray, P., & Stoebner, A. (1991). *Flash flood disaster - Nîmes France 1988*. *European Journal of Epidemiology*, 7(4), pp. 365-371.

Ruin, I., & Lutoff, C. (2004). Vulnérabilité face aux crues rapides et mobilités des populations en temps de crise. *La Houille Blanche*, 90(6), pp. 114-119.

Ruin, I. (2020) Mobilités quotidiennes et crues éclair: une rencontre à haut risque !, Mémoire présenté pour obtenir l'habilitation à diriger les recherches, Université Grenoble Alpes, 180 pages.

Weiss, K., Girandola, F., & Colbeau-Justin, L. (2011). Les comportements de protection face au risque naturel: de la résistance à l'engagement. *Pratiques psychologiques*, 17(2011), pp. 251-262.

Les connaissances des comportements face à une inondation grave sont encore limitées. Outre des travaux scientifiques qui continuent à se développer, et dont il conviendrait de faire un état des lieux permanent (travaux sur les inondations et mise en perspective avec d'autres risques), il apparaît important d'évaluer régulièrement l'impact des campagnes de sensibilisation, comme la campagne nationale annuelle relative aux crues méditerranéennes, ou les actions qui se développent en déploiement du plan « tous résilients face aux risques ». La mission considère qu'une telle évaluation requiert des enquêtes de terrain détaillées, post-événement, pour asseoir la représentativité des propos des personnes.

1.2.5 Les enjeux d'une meilleure compréhension des décès

Pour continuer à développer les politiques de gestion des risques d'inondation dans le sens d'une réduction des décès, il apparaît nécessaire de connaître et recenser, à une échelle nationale, les cas survenant dans les différents territoires, et de progresser dans la compréhension des circonstances qui apparaissent suffisamment déterminantes pour la survenue de ces décès.

Des travaux de recherche visent à prédéterminer les décès potentiels sur un territoire et/ou pour un événement. Il peut s'agir soit de chercher à quantifier les enjeux sur des territoires exposés aux inondations, soit de chercher à identifier des déterminants principaux des décès à l'échelle d'un territoire. Ces approches de nature quantitative sont relativement limitées en nombre à ce jour, et sont limitées en ambition par la finesse des données et connaissances nécessaires (cf. annexe 4).

La multitude des facteurs potentiellement significatifs pour les cas de décès nécessitent une base statistique large pour prendre sens²⁰, et orienter efficacement l'action vers la prévention et la réduction de ces risques, en considérant des contextes géographiques, hydro climatiques et institutionnels raisonnablement comparables à ceux des territoires visés. Comme cela est évoqué plus haut, on peut identifier à ce jour des configurations de circonstances et de facteurs qui se répètent au gré des événements en France et dans des pays proches, ce qui permet de proposer des pistes d'actions et de mesures (cf. 2). Pour autant, il apparaît très utile, pour progresser dans la compréhension des circonstances et pousser plus avant la prévention et la sensibilisation, de développer davantage les connaissances aujourd'hui disponibles sur les cas réels de décès.

Ces investigations ne bénéficient pas qu'à la réduction des bilans de décès. En effet, les « personnes sauvées de justesse d'un risque mortel » peuvent se trouver dans les mêmes circonstances que celles qui décèdent : toute prévention des circonstances de décès réduira de fait le nombre de personnes qui ont besoin de tels sauvetages, et qui auraient pu compter au nombre des décès. Par ailleurs, il y a une proximité au moins partielle (qu'on ne sait aujourd'hui pas documenter) entre les circonstances des décès directs et les circonstances conduisant à un certain nombre d'impacts de santé, et à une mortalité différée qui peut être non négligeable.

Enfin, les travaux d'étude et de recherche sur les comportements, concernant les risques de décès, contribuent également à la réflexion sur les comportements en regard des autres impacts, notamment économiques (domestiques) et sociaux.

1.3 Les données concernant les décès et leurs circonstances en France : état des lieux et perspectives

1.3.1 Les sources d'informations et les bases de données existantes

Il existe globalement deux types de bases de données relatives aux décès dus aux inondations :

²⁰ Vinet, F. (2018). Impacts humains et sanitaires des inondations. Dans Vinet F. (publié sous la direction de), Inondations 1 : la connaissance du risque, ISTE Press Elsevier.

celles qui proposent un recensement des décès en fonction des événements et de leur localisation, d'une part, celles qui contiennent des informations relatives à chaque cas de décès répertorié, avec des paramètres décrivant des éléments de circonstances (notamment caractéristiques de la victime...), d'autre part. L'annexe 4 liste un certain nombre de ces bases²¹.

Pour ce qui concerne le dénombrement, il n'existe pas aujourd'hui, en France, de procédure institutionnelle de recueil systématique de l'information relative aux occurrences, et encore moins aux circonstances, des décès dus aux inondations, et donc aucune base de données à vocation exhaustive. Seules existent des synthèses significatives (cf. annexe 3), et la base Vict-In aujourd'hui concentrée sur 12 départements de l'arc méditerranéen. Les bases de données transnationales, quant à elles, posent différentes difficultés ou limites pour leur exploitation.

S'agissant de la description des circonstances de décès en France et au niveau individuel, outre des études ou retours d'expérience consacrés à un ou quelques événements, Vict-In est à ce jour la seule base significative constituée, en-dehors de la base euro-méditerranéenne « *Database on Flood Fatalities for the Euro-Mediterranean region (FFEM-DB)* » qu'elle alimente (cf. 1.3.2). Ces bases sont présentées plus loin, avec des indications sur les limites en termes de documentation de certains paramètres.

Avant même la constitution de bases de données cohérentes et représentatives, se pose la question du recueil critique et de la vérification de chacune des nombreuses et diverses informations à conserver et exploiter (cf. annexe 4), nécessitant des contacts directs avec le terrain.

Ces informations présentent à l'occasion des incohérences et ambiguïtés, comme a pu le constater la mission au travers de quelques entretiens aux niveaux départementaux et communaux (cf. annexe 3.3.2, une liste des principales sources d'informations).

Les diverses difficultés recensées conduisent à souligner l'importance du croisement et de la confrontation du plus grand nombre et de la plus grande diversité possible de sources d'information, incluant des échanges au niveau local avec les services de secours et de sécurité, les municipalités, le voisinage le cas échéant. Les données descriptives des lieux de décès ou d'accident sont rarement présentes dans des documents, et nécessitent des visites terrain à défaut de fiches descriptives détaillées²². Elles sont d'autant plus utiles et exploitables quand elles sont recueillies rapidement.

Recommandation 1. Systématiser, pour les événements d'inondations conduisant à des décès ou des disparitions, le recueil, au plus tard dans le mois qui suit l'évènement, de l'ensemble des informations pouvant être altérées par le temps (DGSCGC, préfets de département).

Parmi ces informations, selon la mission, les plus sensibles sont :

- le recueil de laisses de crues²³ à proximité des lieux de décès ou de déclenchement

²¹ Voir notamment :

Saint-Martin, C. (2018). Prise en compte des vulnérabilités territoriales dans l'avertissement des crues rapides: vers une amélioration de la méthode AIGA. Thèse de doctorat, Université Montpellier - Paul Valéry, 269 p.

CEREMA (2021). Victimologie liée aux inondations sur l'arc méditerranéen. Rapport d'étude pour la MIIAM - Mission interrégionale inondation arc méditerranéen, - avec la participation de Université de Montpellier III, Generali, Cyprès, 40 p.

²² CETE (Centre d'étude technique de l'équipement) Méditerranée (2012). Crues du Var: analyse des situations de dangers - retour d'expérience. Rapport d'étude au SCHAPI - Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations, 30 p.

²³ Marques laissées par l'eau permettant d'observer le plus haut niveau atteint.

d'accidents fatals, ce qui est a priori entrepris pour des événements d'une certaine importance, pas nécessairement pour des événements très localisés ; le temps est susceptible d'effacer certaines traces laissées par l'eau ;

- la transcription des éléments concernant les circonstances de décès à partir des informations générées et gérées de façon temporaire par les services de secours et de sécurité civile :
 - d'une part, les listes de décès tenues à jour au cours de l'événement pour l'organisation des interventions en temps réel, mais ces listes sont détruites à la fin de l'événement ;
 - d'autre part, les données du dispositif SINUS (Système d'information numérique standardisé pour l'identification et la traçabilité des victimes dans la chaîne de secours, mis en œuvre pour tout plan ORSEC-NOVI (nombreuses victimes), qui sont conservées seulement un mois après la dernière mise à jour.

Ces données pourraient notamment être mises à disposition de la procédure de tenue à jour d'une base de référence institutionnelle nationale décrivant les circonstances de décès (cf. 1.3.4).

1.3.2 La base euro-méditerranéenne FFEM-DB

La base de données euro-méditerranéenne FFEM-DB est actuellement développée par des équipes de recherche²⁴, et pour ce qui concerne la France inclut des données de Vict-In (cf. 1.3.3).

Les pays représentés, pour l'ensemble de leur territoire ou pour une partie, sur des durées de temps variables, sont l'Allemagne, Chypre, l'Espagne (Iles Baléares et Catalogne), la France (arc méditerranéen), la Grèce, Israël, l'Italie, le Portugal, la République tchèque, le Royaume-Uni, la Turquie.

Cette base intègre 2875 cas de décès liés à des événements d'inondation (hors événements côtiers), de 1980 à 2020. Elle regroupe des bases de données scientifiques préexistantes, et à présent des données recueillies spécifiquement dans ce cadre par les partenaires. Les données standardisées permettent aux scientifiques de travailler sur les circonstances de décès en analysant les facteurs démographiques, comportementaux, situationnels. Elles sont régulièrement mises à jour et étendues, disponibles publiquement, anonymisées. En termes de niveau de complétude des données, il faut noter par exemple que :

- 20% de données sont manquantes pour le genre de la victime, la dynamique de l'accident, la cause du décès ;
- 61% de données sont manquantes pour l'activité de la victime au moment de l'accident / du décès.

1.3.3 La base Vict-In

La base de données Vict-In est développée au sein de l'Université de Montpellier, au fil de travaux

²⁴ Papagiannaki, K., Petrucci, O. et al (2022). Developing a large-scale dataset of flood fatalities for territories in the Euro-Mediterranean region FFEM-DB. *Scientific Data*, 9(166), 14 p.

scientifiques, conduits ou encadrés par Freddy Vinet²⁵. Elle porte sur les décès directs immédiats, pour lesquels un lien avec l'inondation peut être établi, à partir de 1980 et non antérieurement, en raison notamment de la difficulté à reconstituer des circonstances plus anciennes, ainsi que de l'importance de l'évolution de facteurs comme les caractéristiques des bâtiments ou des véhicules.

Constituée initialement sur 10 puis 12 départements de l'arc méditerranéen dans le périmètre compris entre Pyrénées-Orientales, Ardèche-Drôme, Alpes-Maritimes et Corse (incluant également Aude, Bouches-du-Rhône, Gard, Hérault, Vaucluse), pour la période 1988-2011, Vict-In s'est élargie :

- en remontant autant que possible jusqu'à l'année 1980 ;
- en complétant au fur et à mesure des informations collectées dans un premier temps par des sources facilement disponibles (presse, rapports...), en prenant des contacts au plus près du terrain et notamment auprès des services de secours, des municipalités, voire des voisinages (cf. 1.3.1) ; cette consolidation utilise toutes les sources d'information disponibles, en levant autant que possible les contradictions ou incohérences ; l'ouverture récente de la base de données des décès de l'INSEE permet notamment d'aller plus loin dans la validation et le recoupement d'informations ;
- avec la perspective actuelle d'étendre progressivement au reste de la métropole.

A ce jour, les 328 décès enregistrés dans la base comportent des détails de description variables portant sur une série de paramètres relatifs au profil des personnes (renseignés à 90 - 95%), aux circonstances et lieux (renseignés à 70 - 90%; hors hauteur d'eau renseignée pour 20 cas), aux comportements (très diversement renseignés, avec parfois des contradictions qui ne peuvent être levées). Ce nombre correspond, à quelques unités près, au recensement établi en annexe 3 pour le même périmètre et la même période (333). La structure de la base Vict-In est proche de celle de la base de données euro-méditerranéenne FFEM-DB (cf. 1.3.2), Freddy Vinet continuant à la faire évoluer en cohérence.

Des extensions de Vict-In sont envisagées et engagées sur différents aspects comme l'existence de plans communaux de sauvegarde (PCS), zonages et règles du plan de prévention du risque inondation (PPRI), comme la situation de vigilance au moment du décès...

La base inclut, lorsqu'elles sont connues, les données suivantes :

- lieu du décès (commune, adresse) ;
- date du sinistre ;
- date du décès (heure, demi-journée...) ;
- nom du cours d'eau ;
- taille du bassin versant à l'amont ;
- niveau de vigilance météo ;
- niveau de vigilance crue (et service annonce de crue) ;
- hauteur d'eau au moment du décès ;
- hauteur d'eau maximale atteinte sur le lieu du décès ;

²⁵ Professeur des universités, agrégé de géographie, co-responsable du master « Gestion des catastrophes et des risques naturels » à l'Université Paul Valéry – Montpellier 3.

Voir notamment :

Boissier, L. (2013). La mortalité liée aux crues torrentielles dans le Sud de la France : une approche de la vulnérabilité humaine face à l'inondation. Thèse de doctorat, Université Paul Valéry - Montpellier 3, 186 p., ann.

Vinet, F., Boissier, L., & Saint-Martin, C. (2016). *Flashflood-related mortality in southern France: first results from a new database*. *E3S Web of Conferences* 7, FLOODrisk 2016 - 3rd European Conference on Flood Risk Management, 10 p.

Vinet, F., Chereil, J.-P., Weiss, K., Lewandowski, M. & Boissier, L. (2022) La mortalité liée aux inondations en région méditerranéenne française (1980–2020), LHB, 108:1, 15 p.

- cause clinique du décès (noyade, hypothermie, traumatisme physique crise cardiaque, intoxication monoxyde de carbone...);
- circonstances de lieu du décès (domicile / extérieur domicile / bâtiment autre / extérieur (rue...)/ véhicule (type véhicule ? passage à gué ? sortie du véhicule ? respect signalisation routière ? / pendant évacuation ou secours / camping / camping sédentarisé) ;
- vulnérabilité du bâti (si domicile ou camping sédentarisé) : sous-sol, rez-de-chaussée, étage, autre / présence d'un étage / ouverture de toit ou évacuation vers les airs / éléments liés à l'habitation ont-ils pu contribuer au décès ? / obturation des ouvertures (type...) ;
- prise de risque ou sous-estimation du risque ;
- état civil ;
- commune de résidence ;
- âge ;
- sexe ;
- handicap (oui/non, lequel) ;
- plan communal de sauvegarde ;
- plan de prévention des risques.

1.3.4 Faire de Vict-In élargie la base de référence institutionnelle française

La mission constate qu'il y a une vraie nécessité à recourir à une base de données nationale unique, en termes de représentativité et de légitimité, pour améliorer la connaissance des circonstances de décès dus aux inondations, consolider la compréhension de facteurs déterminants représentatifs et au besoin de facteurs « secondaires », et ainsi alimenter l'évolution des politiques publiques et des pratiques de gestion des risques et événements d'inondations. Cette base de données nationale pourrait s'appuyer sur les travaux déjà engagés sur Vict-In.

Recommandation 2. Créer une base de données de référence nationale en confiant à l'Université de Montpellier III, par convention avec le ministère en charge de l'environnement pour le compte des autres ministères concernés, la gestion de l'évolution et l'élargissement de Vict-In (DGPR).

La mission propose de s'appuyer sur un élargissement de la base Vict-In pour diverses raisons :

- concernant le territoire national, il s'agit de la base la plus importante en taille, au point de regrouper de l'ordre de la moitié des décès identifiés au cours des 50 dernières années ; la base se limite aujourd'hui aux événements de l'arc méditerranéen, mais leur poids est significatif dans le bilan total des décès ;
- cette base a été construite sur la durée, en accompagnement de travaux de recherche et en alimentant ces travaux destinés à mieux comprendre les circonstances des décès ; le recueil des données a évolué en même temps que l'analyse des données, de façon réaliste et cohérente ;
- les méthodes de recueil de données ont ainsi été éprouvées au contact de différents terrains, et pour différents événements représentatifs ;
- la structure et le contenu de la base évoluent en cohérence avec la base euro-méditerranéenne FFEM-DEB, qui élargit la représentativité et le volume des données mobilisables, dans des contextes proches ou assez proches des contextes métropolitains.

La mission estime possible d'élargir cette base tout en en confiant la gestion à l'équipe qui a créé Vict-In, par souci de cohérence et de continuité. Les objectifs seraient les suivants :

- consolider les données actuelles de la base, sur 12 départements, notamment en poursuivant le recueil critique d'informations complémentaires en matière de circonstances des décès et de comportements des victimes ;
- établir un protocole de recueil des données, éprouvé par l'expérience, qui soit en mesure de prendre en compte la diversité des situations et d'accéder à la diversité des sources d'informations (voir par exemple les données temporaires de la sécurité civile et des services de secours, ci-dessus) ; ce protocole, endossé et accompagné par les ministères concernés, faciliterait le travail mené et coordonné par l'équipe gestionnaire de la base, ainsi que l'interaction avec les représentants de l'État et des collectivités ;
- étendre géographiquement la base avec les décès survenus sur l'ensemble du territoire national, outre-mer compris, dans le périmètre « technique » actuel (exhaustivité visée pour les décès directs immédiats, autres décès répertoriés en fonction d'opportunités de disposer d'informations fiables et utiles), pour tous les types d'inondations dont les ruissellements urbains (à l'exclusion des causes relevant d'autres aléas naturels liés aux inondations comme la tempête, le mouvement de terrain...) ;
- prévoir cette extension géographique systématique à partir d'une date à définir ; en complément, remonter dans le temps sur quelques événements et territoires significatifs. L'équipe scientifique pourra proposer des objectifs ambitieux mais réalistes (par exemple Xynthia, Grand Bornand...) ;
- recevoir des données générées à l'occasion d'études ou recherches qui seraient menées par d'autres équipes de recherche sur un terrain ou un événement particulier : ces travaux pourraient compléter et enrichir les données déjà présentes dans la base, en cohérence avec le protocole, et bénéficier ainsi d'une mise en perspective de leurs résultats avec les résultats issus de l'exploitation de la base globale.

Sur le plan pratique, en termes de gouvernance, l'université de Montpellier III serait la plus à même de gérer l'évolution de la base actuelle.

Une convention à élaborer définirait les objectifs qualitatifs et quantitatifs, les moyens à mobiliser et la contribution financière et technique de l'État, les modalités de pilotage et de concertation pour la gestion et l'exploitation / valorisation de la base, les modalités éventuelles d'accès de tiers à ces données...

De façon directe, et cela peut constituer une composante du champ de la convention, le développement de la base permettra :

- d'approfondir la compréhension des circonstances de décès, par analyse directe des données de la base, voire par mise en perspective avec l'analyse des données de la base FFEM-DB ;
- de travailler à l'identification de « points chauds » territoriaux en termes de risques de mortalités potentielles futures, dans l'esprit par exemple des travaux de prédétermination qui ont été évoqués, lorsque les caractéristiques d'un territoire exposé peuvent faire redouter un nombre important de victimes et/ou un taux de mortalité important.

Une analyse juridique devra être conduite afin de déterminer si une déclaration de la base future à la Commission nationale de l'informatique et des libertés (CNIL) est requise.

Enfin, cette base servira également à alimenter ou à éclairer des travaux et investigations sur les thèmes évoqués dans les sous-chapitres qui suivent et en conclusion : la représentativité des victimes par rapport aux personnes exposées (logique épidémiologique), l'analyse des cas de « personnes sauvées de justesse d'un risque mortel », l'évaluation de l'effet des politiques de gestion du risque d'inondation sur les décès.

Au-delà, l'expérience de mise en place et de gestion de cette base pourra inspirer des réflexions quant à des démarches analogues concernant les décès dus à d'autres risques majeurs comme les tempêtes ou les cyclones.

1.4 La représentativité des victimes par rapport aux personnes exposées aux mêmes conditions d'inondation

Des informations sur les caractéristiques des victimes en fonction de différentes circonstances de décès sont disponibles, mais pas les informations montrant si ces caractéristiques sont comparables au reste de la population exposée aux mêmes événements. Quelques bilans comparent les caractéristiques des victimes à celles de la population nationale ou communale seulement. C'est insuffisant pour faire des hypothèses fortes sur les facteurs personnels liés aux risques de décès.

Des exemples peuvent illustrer ces questions.

Quand on observe un « faible » taux d'enfants parmi les victimes, ce taux correspond-il au taux d'enfants présents dans la zone inondée juste avant l'événement, ou à une vulnérabilité moindre des enfants ? Les enfants sont-ils plus ou moins victimes que les autres personnes exposées (les jeunes enfants sont a priori physiquement plus vulnérables que les adultes, les adolescents sont a priori plus agiles et rapides, les enfants et adolescents sont-ils plus rapidement et plus efficacement protégés et mis à l'abri par leur entourage ?) ?

Quand on observe un taux « élevé » de personnes âgées parmi les victimes à l'intérieur des bâtiments, ce taux correspond-il aux habitants de la zone inondée, aux habitants des maisons de plain-pied, aux habitants des maisons sans étage, ou toutes choses égales par ailleurs les personnes âgées sont-elles plus ou moins significativement plus vulnérables que leurs voisins ?

Quand on observe un taux élevé d'hommes parmi les victimes liées aux véhicules, ce taux correspond-il au taux habituel de conducteurs masculins dans les lieux de la catastrophe et aux mêmes horaires, correspond-il au taux effectif de conducteurs masculins dans les lieux et temps de la catastrophe ?

Quand on observe un « faible » nombre de victimes en situation professionnelle, hors cas des services de secours et d'intervention, est-ce que cela correspond au taux de présence de personnes en situation professionnelle par rapport à la population dans la zone touchée (dans les mêmes tranches d'âge), est-ce que cela correspond à ce taux de présence pour le jour et l'heure de début de l'événement, où doit-on chercher d'autres explications potentielles (prise de risque individuelle ou collective moindre sur le lieu de travail par rapport à l'inondation, action de l'employeur ou de la hiérarchie au titre de sa responsabilité vis-à-vis de la communauté de travail...) ?

Il serait trop ambitieux, d'espérer répondre pour chaque événement à cette succession de questions, mais se pose une question de nature « épidémiologique » afin d'éclairer des choix de politiques publiques par une meilleure compréhension des décès. Selon que le nombre de personnes âgées victimes dans leurs bâtiments dépend principalement des caractéristiques de la population dans le quartier inondable ou que ce nombre traduit une vulnérabilité accrue, les réponses en termes d'action collective ne sont pas nécessairement les mêmes.

→→→ La mission recommande dès lors de conduire, à titre expérimental et avec un appui scientifique, sur deux ou trois territoires différenciés, des études de nature « épidémiologique » sur les caractéristiques des victimes de décès en regard des personnes qui ont été exposées à des conditions d'aléa et de « protection » comparables (caractéristiques des bâtiments, notamment). Ces investigations permettraient d'affiner les analyses conduites jusqu'ici sur les circonstances et facteurs de décès, et potentiellement d'identifier de façon plus consolidée des facteurs de vulnérabilité et de risque.

1.5 Les « personnes sauvées de justesse d'un risque mortel »

Dans les bilans de catastrophes, les cas de personnes « sauvées de justesse » ne sont généralement pas analysés, alors même qu'elles ont été exposées à des situations très comparables à une partie au moins des personnes décédées, et qu'elles n'ont pu devoir la vie qu'à des circonstances particulières : intervention urgente et in extremis des services de secours, assistance par des tiers, situations d'auto-sauvetage in extremis voire improbables. Les effectifs de personnes ayant été sauvées par les services de secours sont, pour certains événements et fort heureusement, sans commune mesure avec les effectifs de décès. Lors d'enquêtes dans deux quartiers de Nîmes, suite à l'inondation de 1988²⁶, 80% des personnes exposées à un risque de décès imminent, selon elles, indiquent avoir été secourues par des voisins.

En 2015, dans les Alpes-Maritimes, 4000 personnes ont été secourues pour 20 décès directs immédiats. Une partie des personnes secourues a dû la vie à ces actions de sauvetage²⁷ : en 2010, dans le Var, les services d'incendie et de secours considèrent que 300 personnes ont ainsi évité une mort certaine, contre 25 victimes et disparus.

La mission n'a pas trouvé d'analyses de ces situations de personnes se trouvant dans des circonstances comparables à celles connues par les personnes décédées ou disparues. De telles analyses apparaissent de prime abord complexes, malgré l'intérêt qu'elles pourraient revêtir, et nécessiteraient, pour être comparables, de pouvoir qualifier et caractériser les situations considérées de « sauvetage de justesse ».

Ces situations, pour lesquelles les éléments qui ont « fait la différence » sont clairement identifiés, pourraient enrichir la base de connaissance des conditions de décès, voire élargir la base statistique au-delà du nombre effectif de décès. Les bases de réflexion sur les politiques publiques pourraient être ainsi consolidées par rapport aux objectifs de réduction des décès. Donner une définition théorique préalable et détaillée de tels cas de « décès évités de justesse » n'a pas beaucoup de sens, elle doit s'élaborer au contact d'informations concrètes et d'expériences réelles.

→→→ La mission recommande de conduire un travail exploratoire scientifique, en coopération avec des services départementaux d'incendie et de secours (équipes ayant été confrontées à des événements d'inondations intenses, équipes spécialisées sauvetage aquatique...), pour :

- élaborer une définition utilisable de situations de « personnes sauvées de justesse d'un risque mortel », quelles que soient les modalités notamment de sauvetage (services, tiers, proches...), correspondant à un réel danger imminent pour la vie, qui se serait concrétisé à un facteur identifié près ; cette définition doit être guidée par le réalisme du terrain et bien sûr par l'objectif d'une meilleure compréhension des circonstances conduisant à des décès ;
- élaborer et expérimenter un protocole de recueil d'informations et témoignages sur de telles situations ;
- proposer un cadre pour une démarche de recueil de données venant alimenter une base de données spécifiques, cohérente avec Vict-In ;
- en tirer des enseignements pour les services de secours dans le but de sauver encore plus de vies.

²⁶ Duclos, P., Vidonne, O. Beuf, P., Perray, P., & Stoebner, A. (1991). *Flash flood disaster - Nîmes France 1988*. *European Journal of Epidemiology*, 7(4), pp. 365-371.

²⁷ Les services de secours qualifient de « sauvetages » les actions qui consistent à soustraire une personne à un danger grave et imminent, par opposition aux « mises en sécurité » qui ne présentent pas le même niveau de péril à très court terme.

2 Réduire les occurrences de décès lors des inondations

Nombre d'actions de prévention et de gestion de crise des inondations ont un effet prévisible qualitativement sur les décès : évitement ou retrait de zones à risques importants, amélioration anticipation et fiabilité de la chaîne prévision – vigilance - alerte, efficacité des évacuations anticipées, efficacité et efficience des mesures d'urgence dont les sauvetages, ... Ce chapitre se concentre sur les actions qui apparaissent de nature à réduire les bilans humains des inondations en prenant en compte les circonstances de décès les plus significatives, d'une part, l'importance des aspects comportementaux, d'autre part.

2.1 Des actions transversales pour réduire les risques de décès

2.1.1 Développer la perception et la conscience des risques

Toute action visant à éduquer et à sensibiliser sert par principe la prévention des décès, dès lors que dans certaines circonstances, pas nécessairement exceptionnelles, les inondations peuvent tuer. Pour autant, il semble utile de revenir sur certains points particuliers pour rappeler l'importance de telles actions ou proposer des compléments et inflexions.

La connaissance du risque inondation et la perception de ce risque ont leurs limites (cf. 1 et annexe 4) et influent directement sur le comportement humain

- la force de l'eau sur une porte, un véhicule ou un piéton, qui dépasse la perception liée à la simple observation visuelle de l'écoulement (d'où la pertinence de simulateurs physiques (cf. 2.2.1) ;
- la surestimation du sentiment de sécurité des habitants en zone urbaine et a fortiori derrière des digues ;
- les refus explicites de respecter les consignes d'évacuation, de non franchissement de chaussées inondées, quand les barrières ne sont pas directement enfoncées... (cf. 2.2.1).

Les enquêtes d'opinion montrent que la population s'estime insuffisamment informée, notamment des mesures et comportements à adopter. Dans le même temps, elle a une tendance à minimiser les risques auxquels elle est elle-même exposée.

L'IFOP (Institut français d'opinion publique) a conduit pour l'Association française pour la prévention des catastrophes naturelles et technologiques (AFPCNT) une enquête de perception concernant les risques naturels et technologiques²⁸, auprès de plus de 10 000 personnes, assortie d'une synthèse d'enquêtes d'opinion récentes. Il est délicat de transposer ces résultats « tous risques naturels et technologiques » au seul cas des inondations, mais l'enquête fait apparaître certaines conclusions et observations qui font sens pour avancer sur la réduction des décès dus aux inondations :

- les craintes de la population portent en particulier sur les risques liés au changement climatique, qu'elle s'attend à voir se multiplier ;
- le sentiment d'exposition à divers risques est faible : 27% en métropole et 22% dans les outre-mer concernant le ruissellement dans les rues, 26 et 29% concernant le débordement de cours d'eau, 16 et 18% concernant l'inondation par remontée de nappe, 6 et 26% concernant la submersion marine ;

²⁸Enquête de perception sur les freins et leviers du citoyen responsable face aux risques naturels et technologiques, IFOP pour l'AFPCNT (mars 2023).

- hors événement réel, la plus importante source d'information sur sa propre exposition au risque est le voisinage (de l'ordre de 20%), devant chacun des canaux institutionnels pris isolément ; et la principale source d'informations génériques sur les risques est la télévision ;
- les souvenirs finissent par s'estomper progressivement même si les expériences de crise sont un moteur fort pour la conscience du risque et les bons comportements individuels (plus de personnes ont une conscience du risque, que de personnes prenant effectivement des mesures). Dans les outre-mer, plus fréquemment confrontés à des catastrophes naturelles, le niveau de connaissance des risques qui ont été vécus directement et la capacité à prendre des initiatives individuelles sont plus importants qu'en métropole ;
- seulement 12% des personnes en métropole et 33% des personnes dans les outre-mer ont pris des initiatives individuelles, la plus fréquente étant la préparation d'un « kit d'urgence 72h » ; par rapport à l'ensemble des personnes enquêtées, 2,5% en métropole et 5% dans les outre-mer déclarent être inscrites sur les listes d'alerte communales, 2 et 9% déclarent avoir mis en place une zone refuge dans le bâtiment ;
- les principales incitations à agir et les principaux freins relèvent du registre de l'information (sur l'exposition, sur les comportements...) ;
- les citoyens attendent en particulier informations et actions de leur municipalité ;
- 48% des métropolitains et 35% des ultramarins interrogés déclarent ne connaître aucun des dispositifs cités dont les PPR, PCS, document d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), information acquéreurs locataires, ou FR-Alert. Ces taux sont préoccupants même si FR-Alert, malgré son caractère récent, est néanmoins connu de 30% des personnes interrogées.

Le plan d'actions « tous résilients face aux risques », présenté le 18 octobre 2021 par le gouvernement²⁹, comprend des actions qui peuvent utilement prévenir les décès.

→→→ La mission recommande d'évaluer l'efficacité de ces actions en regard des comportements des habitants dans des situations à risque (circulation de véhicules « dans l'eau », déplacements à pied dans le courant, aléa fort dans un bâtiment...). Ainsi, elle met notamment en avant l'évaluation des actions proposées suivantes :

- créer des unités mobiles pour aller à la rencontre des habitants et leur permettre une expérience physique et sensorielle des risques, à l'image de pratiques établies en matière de sécurité routière ;
- sensibiliser les élus, développer leur sens de l'anticipation de crise et mettre en œuvre une formation approfondie adaptée à chaque territoire ;
- mieux utiliser la complémentarité des médias historiques et médias sociaux afin de s'assurer que les messages sont diffusés par tous les canaux et reçus par l'ensemble de la population et saisir l'opportunité offerte par les médias sociaux pour interagir avec les citoyens ;
- mettre en place un dispositif d'alerte aux populations, dans le cadre d'une charte, connu et reconnu de tous, délivrant des informations de contexte et de prudence au plus proche des événements.

Cette évaluation est d'autant plus importante que les premiers retours d'expérience d'actions d'éducation dans l'enseignement primaire ou secondaire, dans des départements impactés par

²⁹ <https://www.ecologie.gouv.fr/plan-daction-tous-resilients-face-aux-risques>

des décès dus aux inondations, sont divers quant à l'impact sur les parents, par exemple. L'enquête mentionnée plus haut (tous risques naturels et technologiques) montre que 24% des métropolitains et 14% des ultramarins ont reçu une information sur les risques via l'école, mais que seuls 8 et 14% respectivement pensent que l'école est l'acteur le plus pertinent pour apporter de l'information sur les risques.

Des travaux de la Mission interrégionale inondation Arc Méditerranéen (MIIAM) prennent en compte les expériences menées sur le terrain, dans les zones exposées aux risques et dans les zones touristiques, auprès des touristes et des personnes de passage.

→→→ La mission fait siennes les recommandations du rapport inter-inspections de 2013³⁰ de mettre en chantier la préparation de dispositions législatives prescrivant de veiller aux publics actuellement oubliés par l'information préventive, comme les travailleurs saisonniers, les touristes hors campings, les personnes maîtrisant mal le français, les locataires de courtes durées, les communautés non sédentarisées, ou encore les voyageurs en transit.

S'agissant des personnes âgées qui représentent une partie des plus vulnérables de la population, la mission retient comme bonne pratique de s'appuyer sur le personnel des associations qui assurent soins et assistance à ces personnes âgées pour transmettre de l'information spécifique et adaptée, en complément des actions générales d'information et en complément du porte-à-porte comme cela est pratiqué par certaines communes.

Par ailleurs, la mission a noté, au travers des entretiens de terrain, l'ampleur et l'ambition d'un certain nombre d'actions entreprises post-événement par des communes ayant été fortement impactées par des inondations graves, et notamment des décès : rachats et destruction d'habitations, interactions avec la population et connaissance des personnes vulnérables, moyens d'alerte et d'intervention... Ces retours d'expérience d'actions concrètes post-événements gagneraient à être diffusés aux communes et à la population qui n'ont pas (encore) été impactées par des événements comparables. Les efforts consentis a posteriori témoignent de fait de la gravité des événements subis.

2.1.2 Développer la culture du risque par des dispositifs de mémoire des inondations rares et exceptionnelles

La culture du risque et la connaissance des événements passés qu'elle implique est centrale en matière de prévention des risques d'inondation. Certains cours d'eau, voire certains grands bassins n'ont pas connu d'événement majeur dans les dernières années ou les dernières décennies. Les crues exceptionnelles de la Loire moyenne remontent par exemple à 150 ans. La mémoire de ces événements peut d'autant plus disparaître que la mobilité géographique est plus forte.

Des repères de crues

Les repères de crue sont les témoins historiques des grandes inondations passées. Ils sont posés de manière à favoriser l'émergence de la culture du risque auprès de la population et à assurer la transmission de la mémoire collective au fil du temps. Ils permettent de connaître la hauteur d'eau atteinte lors d'une inondation, la date à laquelle elle s'est produite et l'origine de l'inondation. Il importe notamment que ces repères soient placés de façon à donner une idée juste des hauteurs (pas sur des points hauts), et de l'extension des crues (pas seulement près des rives). Ils matérialisent le niveau maximum atteint par un événement d'inondation en un point donné. Ils rappellent ainsi les conséquences d'une crue équivalente en permettant d'imaginer les conséquences au niveau local d'une telle hauteur d'eau.

³⁰ Evaluation des dispositions visant à l'information préventive des citoyens vis-à-vis des risques naturels auxquels ils peuvent être exposés, rapport CGEDD n° 008684-01 CGAAER n° 12153, décembre 2013, 119 p..

La mission souscrit aux recommandations du rapport CGEDD-CGAAER sur l'information préventive³¹.

La loi du 30 juillet 2003 relative à la prévention des risques technologiques et naturels et à la réparation des dommages (dite loi "Bachelot") apporte une réponse au besoin de cultiver la conscience du risque et à la disparition des repères de crue en imposant aux collectivités territoriales exposées au risque³²:

- un inventaire des repères de crue existants ;
- l'établissement de repères correspondant aux crues historiques ou aux nouvelles crues exceptionnelles, en un nombre suffisant et visibles du plus grand nombre ;
- l'entretien et la protection des repères.

Même si la majorité des repères fait référence à des inondations dues à des débordements de cours d'eau, les repères de crues peuvent également concerner d'autres phénomènes, comme :

- les submersions marines (exemple : les inondations liées à la tempête Xynthia en 2010 sur le littoral atlantique français) ;
- les remontées de nappe (exemple : les inondations de la vallée de la Somme en 2001) ;
- le ruissellement (exemple des inondations en milieu urbain ou rural lors d'épisodes orageux exceptionnels).

Le Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations (SCHAPI) a mis en place une cartographie nationale des repères de crue³³.

Lors d'un déplacement dans la commune, la mission a ainsi pu mesurer l'ampleur de l'inondation à Villegailhenc grâce à un repère sur l'église. Le niveau d'eau avait atteint 2,80 mètres sur la place de la commune.



L'obligation concernant les repères de crue, codifiée à l'article L563-3 du code de l'environnement, est de la responsabilité des communes, mais elle est peu connue et pratiquée.

³¹ Evaluation des dispositions visant à l'information préventive des citoyens vis-à-vis des risques naturels auxquels ils peuvent être exposés, rapport CGEDD n° 008684-01 CGAAER n° 12153, décembre 2013, 119 p.

³² cf. Vigicrues, plateforme collaborative de référence pour le recensement des repères de crues en France <https://www.reperesdecruces.developpement-durable.gouv.fr/>

³³ <https://www.reperesdecruces.developpement-durable.gouv.fr>

Recommandation 3. Rappeler et inclure dans le cahier des charges des plans communaux de sauvegarde l'obligation de la pose de repères du niveau des crues passées, et l'intérêt d'ajouter un deuxième repère de nature différente qui montre le niveau minimum qu'atteindrait aujourd'hui l'événement historique en question (DGSCGC, DGPR, préfets de département).

→→→ Les inondations de mi-juillet 2021 dans la vallée de l'Ahr ont montré des différences, en hauteur d'eau, de l'ordre de 2 mètres avec une inondation de 1804, provoquée par le même débit de la rivière. Cela conduit à recommander « d'expertiser » la vraisemblance actuelle des repères de crues historiques en regard des débits maximum correspondant aux conditions d'écoulement de l'époque : pour les sites sur lesquels il y a lieu de suspecter une forte densification du lit majeur et/ou une évolution marquée des conditions de formation des crues (imperméabilisation, accélération des ruissellements...), il serait important de profiter de modèles hydrauliques existants ou de travaux de modélisation à venir pour estimer les niveaux qui seraient atteints aujourd'hui pour un événement hydrométéorologique ancien.

En outre, la comparaison entre les deux repères permettrait non seulement d'actualiser l'information historique, mais aussi de sensibiliser aux actions locales et aménagements qui aggravent les risques indépendamment du climat.

2.1.3 Poursuivre la consolidation des actions et missions de vigilance, de prévision et d'alerte

Les entretiens conduits par la mission sur le terrain ont confirmé les confusions qui peuvent perdurer au sein de la population entre vigilance et alerte. Les plaquettes d'information de la MIIAM « vigilance et alerte inondation » de septembre 2019 et du ministère en charge de l'environnement (DGPR) « prévention des inondations : une politique partenariale à tous les échelons » de septembre 2020 apportent des éléments d'explication. Il importe de rappeler régulièrement, sous des formes adaptées, ce que recouvrent ces notions et actions opérationnelles :

- la vigilance est une information sur un phénomène météorologique ou hydrologique dangereux potentiel dans les 24h à venir (et au-delà, le cas échéant), visant à susciter une attitude de vigilance du public ;
- l'alerte est la diffusion par les autorités d'un signal appelant les personnes qui le reçoivent à adopter un comportement de protection, en raison d'un danger proche.

2.1.3.1 Traiter l'ambiguïté de la vigilance « orange » en matière de météorologie et de crues

Les cadrages et modalités des vigilances météorologiques et des crues ont été récemment mis à jour, respectivement par une instruction du gouvernement et une note technique de juin 2021 et une note technique de janvier 2023³⁴.

Concernant les vigilances météorologiques, en application de l'instruction de juin 2021, ont été déployées différentes initiatives jusqu'en automne 2022 : affichage de la vigilance sur 24 heures mais également sur les 24 heures suivantes, pré-vigilance à anticipation de 2 et 7 jours, ajout

³⁴ Instruction du Gouvernement relative à la mise en œuvre des évolutions du dispositif de vigilance météorologique et de vigilance crues, du 14 juin 2021, accompagnée de la note technique relative à l'élaboration et la diffusion de la vigilance météorologique et de la vigilance crues, du 21 juin 2021, sous les timbres des ministères chargés de l'environnement – DGPR et Météo France, de l'intérieur - DGSCGC, de la santé - DGS) ; des éléments importants issus de cette instruction ont été déployés au cours de l'automne 2022 ; note technique de la DGPR du 18 janvier 2023 relative à la production opérationnelle de la vigilance crues.

d'informations infra-départementales quand cela est techniquement possible, informations sur les incertitudes... Concernant la vigilance crues, la note de janvier 2023 consacre et systématise certaines pratiques reconnues, et apporte des évolutions nationales : une nouvelle méthode pour la définition des seuils de vigilance, les protocoles de décision et de communication des changements de niveau de vigilance (dont la systématisation d'un appel téléphonique des services de prévision des crues (SPC) aux préfetures lors des changements de couleur et lors des évolutions significatives des prévisions), la définition d'une vigilance jaune « montée rapide de cours d'eau » y compris le cas échéant en l'absence de débordement (à destination des usagers des cours d'eau), la fixation d'objectifs renforcés pour les échéances de prévision, un affichage explicite des incertitudes de prévisions qui va techniquement se développer...

La mission salue ces évolutions et les évaluations nationales annuelles prévues. Il est cependant peu pertinent de formuler des recommandations sur des dispositifs en pleine évolution, concrétisant des orientations qui sont cohérentes avec les observations de la mission.

→→→ Il importera, lors des retours d'expériences d'événements futurs, de porter une attention particulière à l'impact qu'auront pu – ou pas - avoir ces évolutions sur des décès constatés ou sur des sauvetages « de justesse ».

Un point particulier porte sur les vigilances de niveau orange. En matière de crues, la note de janvier 2023 rappelle que cette vigilance correspond à « crue importante, débordements importants, vies humaines menacées ». Sur 76 décès précisément datés dans l'arc méditerranéen, les trois quarts étaient survenus pendant une phase de vigilance orange (cf. 1.2.1). Une étude du CREDOC (Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie), montre que peu de Français vont au-delà du pictogramme pour regarder le bulletin, et que la vigilance orange est perçue comme un signal de danger incertain et peu fiable³⁵. La mission a par ailleurs rencontré des acteurs de terrain, en zone méditerranéenne, qui soulignaient la fréquence des vigilances orange non suivies, sur leur territoire, de phénomènes intenses.

Ces éléments soulèvent tout particulièrement deux questions :

- pour des phénomènes hydrométéorologiques intenses et rapides, comme les pluies de nature convectives (orages, crues « cévenoles » ...), il est très complexe de prévoir les intensités et la localisation aux échelles de temps et d'espace opérationnelles. Des travaux scientifiques a posteriori ont confirmé les difficultés intrinsèques de cet exercice (fluctuations fortes des phénomènes dans le temps et dans l'espace) ; autant un risque de telles précipitations sur un territoire d'une certaine taille peut être prévu, autant leur localisation et leur intensité ne peuvent être déterminées de façon satisfaisante que par des observations avec trop peu d'anticipation pour déployer un certain nombre d'actions. Cela explique, au moins pour partie, la perception que peuvent avoir les responsables et la population. Une des réponses à cette difficulté est « d'accepter » un risque plus ou moins important de « vigilance sans manifestation de l'aléa » à l'échelle locale. Cela conduit aussi à envisager des mesures conservatoires, malgré l'incertitude, orientées vers des enjeux très importants ou des vulnérabilités fortes ;
- la symbolique du recours à la couleur orange pose question pour un risque qui menace des vies humaines mais sans qu'on puisse nécessairement délimiter ce risque en délai et spatialement. Un parallèle avec le code couleur des feux de signalisation routière peut être fait. La couleur orange interdit le franchissement d'une intersection pour éviter d'y rester bloqué lorsque le feu passe au rouge et que le risque d'accident ne se concrétise. C'est une consigne pour anticiper et prévenir un risque avéré et parfaitement déterminé, voire chronométré ; les significations des recours aux codes couleur rouge et vert sont, en

³⁵ Ruin, I. (2020) Mobilités quotidiennes et crues éclair : une rencontre à haut risque !, Mémoire présenté pour obtenir l'habilitation à diriger les recherches, Université Grenoble Alpes, 180 pages.

comparaison, plus homogènes.

Isabelle Ruin³⁶ présente un projet de recherche sur l'impact de différentes façons de communiquer la vigilance météorologique et le risque associé sur les représentations individuelles et sur la prise de décision en situation d'incertitude. Pour la mission, il apparaît important que soit conduite une réflexion sur le recours à la symbolique « orange ». Dans un premier temps, il semble indispensable de mesurer comment la symbolique de la couleur orange est perçue dans le cas des vigilances météorologiques et crues, pour confirmer ou infirmer l'interrogation de la mission sur des bases avérées.

Concernant la question du risque de « vigilance sans manifestation de l'aléa », la mission a pu observer dans certaines communes que les transmissions d'alertes pouvaient être priorisées et échelonnées dans le temps, avec plus d'anticipation pour des personnes plus vulnérables et des enjeux importants (cf. 2.2.2.2).

Recommandation 4. Conduire une réflexion sur le recours à l'orange comme code de vigilance météorologique, et sur les avantages et inconvénients respectifs du maintien d'une symbolique « ambiguë », d'une part, d'une modification d'un dispositif connu, d'autre part (DGPR).

2.1.3.2 Gérer les incertitudes, répondre à la désinformation

La publication des incertitudes sur les prévisions et les vigilances météorologiques ou hydrologiques ayant vocation à se systématiser (cf. 2.1.3.1) est un élément très important, qui doit être accompagné par des explications apportées aux décideurs. Au-dessus d'un certain degré d'incertitude sur un événement en cours de développement et sur les prévisions techniques qui peuvent en être faites, il apparaît nécessaire d'aller au-delà d'une publication unilatérale. Les procédures de communication entre les services de prévision des crues (SPC) et les services placés sous l'autorité des préfets prévoient en effet des échanges renforcés dans les situations significativement incertaines. L'expérience dans le département de l'Aude, consistant à réunir (en présentiel et en visioconférence) une cellule d'anticipation avec les équipes spécialisées en matière d'aléas et les acteurs publics en première ligne au plan départemental, permet d'ajuster au mieux la gradation des réponses en termes d'alertes et de mesures d'anticipation.

Pour autant, il apparaît plus complexe de rendre compte des facteurs d'incertitude à la population, ce qui peut alimenter le manque de confiance dans les messages et consignes, voire des expressions divergentes non fondées sur des faits et des observations représentatives.

Suite à des événements récents dans les Alpes-Maritimes ou en Wallonie, par exemple, il a été fait état d'activités intenses sur les réseaux sociaux, qui pouvaient apporter des informations erronées, voire de la désinformation. Après les inondations meurtrières en Belgique, mi-juillet 2021, la commission d'enquête parlementaire de Wallonie recommande la mise en place d'un dispositif de réponse en temps réel. La préfecture du Var organise, elle, une présence soutenue sur ces réseaux en situation de crise.

→→→ La mission recommande que soit conduite une analyse relative à ce phénomène de désinformation, lors d'événements de catastrophes naturelles à venir : mesure de la densité et de l'audience de messages propageant des informations erronées.

Par ailleurs, elle a noté l'expérience du préfet des Alpes-Maritimes, département plusieurs fois confronté à des événements hydrométéorologiques intenses au cours des dernières années : des

³⁶ Ruin, I. (2020) Mobilités quotidiennes et crues éclair: une rencontre à haut risque !. Mémoire présenté pour obtenir l'habilitation à diriger les recherches, Université Grenoble Alpes, 180 pages.

représentants des médias sont invités à une partie des réunions du centre opérationnel départemental (COD), avec un espace de travail qui leur est réservé, leur permettant ainsi de rendre compte de façon efficace et indépendante de l'activité et de la mobilisation des acteurs. Avec une plus grande implication des journalistes dans l'observation de la gestion de la crise, une relation de confiance s'installe entre les médias et les services préfectoraux, permettant de ne pas relayer à chaud des rumeurs et des dysfonctionnements éventuels en prenant en compte les difficultés de la gestion de crise.

2.1.3.3 Diversifier les modalités d'alerte à la population

Les modalités d'alerte à la population sont d'abord tributaires de l'anticipation possible et de la dynamique des phénomènes dangereux. Elles sont également liées à la nature et à l'intensité des risques pressentis, qui sont différents si l'eau atteint 20 centimètres ou 2 mètres par rapport aux planchers des habitations.

Parmi la diversité de modes de diffusion des alertes, des évolutions importantes récentes ou en cours, portent sur le dispositif de sirènes, sur le dispositif d'alerte par diffusion cellulaire FR-Alert, et sur l'établissement de fichiers d'alerte communaux pour des contacts directs par les équipes municipales ou l'utilisation d'automates d'alerte. La cohérence entre les différents canaux est un facteur important de leur crédibilité et de leur efficacité.

Ces dispositifs de l'État complètent le système d'alerte et d'informations des populations (SAIP) qui comprend également la mobilisation des télévisions et radios pour la diffusion des messages d'alerte et celle des comptes institutionnels sur les réseaux sociaux³⁷.

Le recours à des sirènes est un mode d'alerte ancien et connu. Le SAIP comprend plus de 2 000 sirènes raccordées à un logiciel de déclenchement à distance. Conçue pour provoquer des comportements réflexes, l'utilisation des sirènes implique plusieurs préalables : qu'elles soient audibles en tout point du territoire à risque et que la population en connaisse la signification. Cela suppose qu'elles ne soient pas sujettes à interprétation, car le temps de réaction face à un événement naturel majeur peut être extrêmement court. Au son des sirènes, la population ne doit pas et n'a généralement pas le temps de se poser beaucoup de questions. Ainsi, une sirène doit-elle avoir une seule signification, compréhensible par tous, permettant à la population d'adopter les bons comportements dans des délais rapides.

A titre d'exemple, dans les territoires soumis aux risques de tsunamis, pouvant parfois survenir dans des délais de l'ordre de quelques minutes, la sirène alerte sur la nécessité de monter rapidement au-delà d'une dizaine de mètres pour se mettre à l'abri. Ces réflexes sont testés lors d'exercices impliquant la population, et prioritairement les écoles, notamment en outre-mer.

Un maire rencontré par la mission a indiqué que dans sa commune, la sirène impliquait que la population devait entrer en contact avec la mairie pour se renseigner sur la nature de l'événement annoncé. La mission s'est étonnée de ces modalités d'alerte qui privilégient une information demandée par la population et non une information descendante venant des autorités municipales. Il y a là un risque de confusion des messages et d'engorgement du standard de la mairie, notamment dans les petites communes, et surtout une perte d'un temps utile pour que la population se mette à l'abri.

Un autre maire a indiqué à la mission que ses sirènes étaient toutes équipées d'un haut-parleur, qui lui permettait de diffuser dans le même temps des messages oraux ciblés. Dans tous les cas, la mission insiste sur la nécessité d'une bonne communication, régulière et renouvelée sur l'utilisation et la signification des sirènes, et sur les réflexes qu'elles doivent déclencher. L'articulation avec le nouveau dispositif FR-Alert ouvre des perspectives nouvelles (la sirène « réveille », et la disponibilité extrêmement répandue de la téléphonie mobile apporte un message

³⁷ Le ministère de l'Intérieur a lancé un compte Twitter dédié : https://twitter.com/Beauvau_alerte.

court mais ciblé).

FR-Alert : le nouveau dispositif d'alerte à la population française

Développé par le ministère de l'Intérieur, ce dispositif est opérationnel sur tout le territoire national depuis le 21 juin 2022. Il permet d'envoyer des notifications sur le téléphone mobile des personnes présentes dans une zone confrontée à un grave danger (catastrophe naturelle, accident biologique, chimique ou industriel, acte terroriste...) afin de les informer sur la nature du risque, sa localisation et sur les comportements à adopter pour se protéger.

La directive européenne du 11 décembre 2018 impose aux 27 États membres de l'Union européenne l'obligation de se doter d'un système d'alerte des populations, via la téléphonie mobile.

Le dispositif FR-Alert repose sur la technologie de diffusion cellulaire (*cell broadcast*). Les messages d'alerte sont diffusés sous la forme d'ondes radio par les antennes de télécommunication et non par SMS, afin d'éviter de saturer le réseau en cas d'envoi à un grand nombre de personnes. Ce dispositif de diffusion cellulaire a été activé dans les départements métropolitains pour les téléphones mobiles dotés de la 4G et de la 5G, avant d'être déployé pour les appareils 2G et 3G, sous la modalité de l'envoi d'un SMS classique.

FR-Alert est conçu pour alerter toute personne présente dans la zone de danger grâce aux réseaux de télécommunications. Il n'est donc pas nécessaire de s'inscrire au préalable pour recevoir les alertes ou de télécharger une application mobile.

Si une personne se trouve dans une zone confrontée à une menace ou à un grave danger, elle reçoit une notification accompagnée d'un signal sonore spécifique et d'une vibration (4G et 5G), même si son téléphone mobile est en mode silencieux, hors connexion ou en mode avion.

Les notifications peuvent transmettre des informations sur :

- la nature du risque (un feu, une inondation, un accident industriel...);
- l'autorité qui diffuse l'alerte ;
- la localisation du danger (établissement, quartier, commune, agglomération, département...);
- l'attitude à adopter (rester chez soi, évacuer la zone...);
- le cas échéant un lien pour obtenir des informations supplémentaires sur un site internet officiel.

Des informations complémentaires relatives à l'évolution de la situation ainsi que la fin de l'alerte sont diffusées par notification, dans la même zone géographique.

L'usage de FR-Alert est limité aux cas d'urgence, dangers imminents ou en cours, qui impliquent d'alerter la population située dans la zone de danger pour leur recommander des gestes d'autoprotection.

La loi n° 2023-22 du 24 janvier 2023 d'orientation et de programmation du ministère de l'intérieur a consacré la mise en place d'un réseau de communications électroniques, pour les acteurs publics, dédié aux missions de sécurité et de secours, de protection des populations et de gestion des crises et des catastrophes. Ce réseau est exploité par un opérateur dédié. Par ailleurs, les opérateurs de réseaux radioélectriques ouverts au public garantissent la continuité et la permanence des communications mobiles critiques à très haut débit destinées à ces missions (entre les services de l'État, les collectivités territoriales ou leurs groupements, les services d'incendie et de secours, les services d'aide médicale urgente et tout autre organisme public ou privé chargé d'une mission de service public dans les domaines de la sécurité et du secours).

La nouveauté de ce dispositif donnera une importance particulière aux premiers retours d'expérience et évaluations qui pourront être conduits, aussi bien sur l'efficacité technique et organisationnelle, que sur l'impact sur les attitudes et comportements des populations concernées.

Dispositifs communaux de télé-alertes

La mission a pu observer le recours important, dans des communes très exposées aux risques d'inondations et qui ont eu à déplorer des victimes, de dispositifs de télé-alerte communaux, utilisant des fichiers d'alerte. Ces fichiers, sont établis sur une base volontaire, par déclaration des habitants suite à des informations communales, ou suite à une tournée spécifique et régulière (jusqu'à une fois par an) d'agents communaux auprès de toutes les habitations en zone exposée, comme cela est par exemple pratiqué à Mandelieu-La Napoule. La prise en compte spécifique et organisée, à commencer par le recensement de personnes vulnérables, est prévue dans les PCS³⁸, pour autant que ces plans existent et prennent en compte les situations d'inondations au-delà des situations d'obligations. Ces dispositifs sont notamment complémentaires de FR-Alert parce qu'ils permettent de diffuser des messages différenciés en termes de niveau d'anticipation et de cibles, comme la mission a pu l'observer sur la commune de Trèbes. Ils peuvent prévoir une confirmation de réception, ce qui peut permettre l'envoi ciblé d'équipes auprès de personnes particulièrement vulnérables, par exemple.

2.1.4 Assurer les communications cruciales entre particuliers

Dans les récits de circonstances de décès, parmi les facteurs qui conduisent à des déplacements à risques, sont mentionnés la volonté de secourir des proches, et la recherche d'informations sur leur situation. Le maintien et l'effectivité des communications de téléphonie mobile revêtent une importance cruciale, au-delà et sans préjudice de la fiabilité à assurer pour les communications relevant des autorités en charge de la sécurité civile (cf. supra).

La mission recommande par conséquent deux pistes d'action pour répondre à cet objectif :

→→→étudier sur les plans techniques et juridiques les moyens d'accroître la continuité des communications des réseaux mobiles en cas d'inondations, en termes de débit, de fonctionnalité des relais et de leur alimentation électrique... ; (cf. le cas de l'Allemagne qui vient d'imposer des objectifs de fiabilité des réseaux par voie législative) ;

→→→inclure, dans les consignes génériques aux populations, non seulement le fait de disposer d'une radio avec des piles et de les avoir sur soi en cas de catastrophe, mais aussi de disposer de batteries externes chargées pour leurs téléphones mobiles.

Enfin, il faut mentionner le recours à la fonction « *Safety Check* » sur les réseaux sociaux. Le contrôle d'absence de danger est une fonctionnalité proposée par le réseau social Facebook depuis 2014. Elle est activée par l'entreprise lorsqu'une catastrophe naturelle ou d'origine humaine survient, afin de permettre aux utilisateurs se trouvant dans la zone géographique concernée de signaler à leurs familles et à leurs amis s'ils sont en sécurité.

Ce dispositif a évolué. Ce n'est plus l'entreprise qui décide de le déployer, mais la communauté d'utilisateurs elle-même. Il est activé lorsque des personnes se trouvant dans la zone touchée publient du contenu au sujet de l'incident. Activé en France lors des attentats de Paris et de Nice, le *Safety Check* permet à toutes les personnes présentes dans la zone géographique concernée de se déclarer "en sécurité". Les personnes qui cliquent sur la notification pourront également voir si certains de leurs amis se trouvent dans la zone touchée ou s'ils ont indiqué qu'ils étaient en sécurité.

Pour alerter la population en cas d'attentat ou d'événement exceptionnel, l'État a établi un

³⁸ Voir notamment le décret 2022-907 du 20 juin 2022 relatif au plan communal et intercommunal de sauvegarde et modifiant le code de la sécurité intérieure.

partenariat avec Facebook, afin de pouvoir tirer parti du dispositif *Safety Check*.

Le ministère de l'Intérieur peut désormais intervenir directement sur la page de cette fonction qui permet aux utilisateurs du réseau social de signaler à leur entourage qu'ils sont en sécurité en cas d'alerte proche de leur position géographique.

2.1.5 Gérer la crise et les secours

La mission insiste tout particulièrement sur l'importance numérique des décès évités (cf. 1.5), notamment par des évacuations préventives et des actions de sauvetages. Les actions de gestion de crise et de gestion des secours ont donc un rôle important dans la réduction des risques de décès.

Les entretiens menés par la mission avec différents élus ont confirmé, s'il en était besoin, le rôle crucial des PCS (et PICS) pour gérer au mieux la crise, à l'échelle communale. Ils ont également montré que la prise en compte des risques d'inondations, obligatoire dans un certain nombre de cas (communes dans les territoires à risque important d'inondation, ou communes avec PPRI approuvé) et fort souhaitable au-delà, peut être complexe pour certaines municipalités. La mission a noté des expériences réussies d'implication d'établissement public territorial de bassin, pour aider les communes dans ce travail, et veiller à la cohérence spatiale des volets inondations des PCS (voir aussi le guide pratique élaboré par le CEREMA ³⁹). Il importe que les PCS s'appuient sur des scénarios d'inondations, par exemple issus des documents publics cartographiant les aléas, et notamment les cartes de zones inondées potentielles (ZIP) et de zones inondées par classes de hauteur (ZICH), qui permettent de faire le lien entre le niveau d'eau prévu et l'emprise de la submersion. C'est un facteur essentiel pour gérer les évacuations préventives, identifier les cheminements des équipes de secours...

Les mêmes entretiens ont permis de souligner le besoin des communes, selon la configuration des submersions et des zones inondables, de pouvoir disposer d'informations fiables sur la situation de l'inondation dans les différents quartiers touchés. Les dispositifs de vidéo surveillance existants ne sont pas forcément adaptés en situation d'inondation, et les caméras embarquées sur des véhicules ne peuvent pas être utilisées pour filmer l'espace public. Il serait utile de disposer de retours d'expériences sur cette question spécifique du suivi de l'inondation en milieu urbanisé (et sur des voies routières), afin d'identifier des dispositifs de remontée d'information efficaces et efficaces, ou d'expérimenter des dispositifs nouveaux.

→→→ La mission recommande d'identifier, sur la base de retours d'expériences, des dispositifs de remontée d'information efficaces, et d'en informer les communes et les collectivités agissant dans le cadre de la compétence « gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations » (GEMAPI).

Dans son rapport thématique de juillet 2012 "les enseignements des inondations de 2010 sur le littoral atlantique (Xynthia) et dans le Var", la Cour des comptes a recommandé de supprimer ou de relocaliser dans les meilleurs délais les centres de secours situés en zone inondable. Sur différents événements passés, comme à la mi-juillet 2021 en France et dans les pays voisins, des centres de secours ont en effet été inondés. La mission souscrit à la recommandation de la Cour des comptes, en priorité pour les zones inondables par des phénomènes rapides.

Des PC mobiles sur camion ont pu être mis en place pour garantir l'accès aux réseaux de téléphonie mobile. Si l'idée est intéressante à titre transitoire, elle ne doit pas retarder la mise en sécurité des bâtiments névralgiques ni la sécurisation des réseaux de communication, évoquée plus haut.

Enfin, la mission a eu connaissance de l'expérience de coordination 3^{ème} dimension « C3D » des

³⁹ https://www.cerema.fr/system/files/documents/2019/12/guide-inondation_pcs_vf.pdf

hélicoptères, mise en œuvre en 2020 dans les Alpes-Maritimes après les apprentissages de la tempête Xynthia et une première initiative dans le Var quelques mois plus tard. Cette C3D, placée sous l'autorité du préfet, constitue l'interface entre le COD et « l'écosystème aérien » (armée de l'air, marine nationale, armée de terre, sécurité civile, gendarmerie nationale, SAMU, sociétés privées, gestionnaires de l'aéroport – chambres de commerce et d'industrie - CCI, direction générale de l'aviation civile). Lors de la tempête Alex, au plus fort de la crise, jusqu'à 29 hélicoptères relevant de différentes organisations et sous différents commandements, ont pu être coordonnés. Trois points de vigilance principaux se dégagent de l'expérience de 2020 :

- une méconnaissance du rôle, voire de l'existence même de la C3D par une majorité d'acteurs, justifiant une meilleure information et un volet spécifique dans la planification ORSEC ;
- une coordination complexe entre le COD et la C3D avec un risque de confusion entre la définition des effets à rechercher (compétence COD) et le choix des moyens appropriés (C3D) ;
- une gestion des hélicoptères compliquée par la diversité des appareils (capacités et conditions d'emploi différentes) et les modalités d'organisation de chaque service pourvoyeur d'aéronefs.

2.1.6 Suivre la mise en œuvre des mesures à engager en matière de prévention des inondations

La ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et le ministre de l'intérieur ont signé le 31 décembre 2015 une instruction conjointe relative à la prévention des inondations et aux mesures particulières pour l'arc méditerranéen face aux événements météorologiques extrêmes. Elle a été envoyée pour exécution aux préfets de région littorale (directions régionales de l'environnement, de l'aménagement et du logement - DREAL) et aux préfets de département littoral (directions départementales des territoires et de la mer - DDTM) de l'arc méditerranéen.

L'instruction précisait essentiellement que ces mesures de prévention visaient pour l'État et les collectivités à :

- renforcer le niveau d'information et promouvoir les comportements adaptés des populations ;
- réduire la vulnérabilité des habitations situées sur des terrains inondables, en ciblant plus particulièrement l'exposition des parkings souterrains aux phénomènes de ruissellement rapides ;
- améliorer la prise en compte des effets du ruissellement dans la réglementation des inondations (PPRI) sur tous les territoires, en développant un volet ruissellement incluant des mesures adaptées ; ce type de phénomène d'inondation est, à plusieurs titres, plus compliqué à décrire et à prévoir que les crues de cours d'eau ;
- contrôler et faire réaliser les mesures de prévention dans les campings exposés ;
- préparer la crise en réalisant les PCS.

Compte-tenu des événements climatiques majeurs, et notamment les inondations, qui se sont produits depuis cette instruction, cela justifierait qu'elle soit d'une part actualisée, d'autre part diffusée à l'ensemble des préfets de département exposés à des inondations rapides et soudaines. Cette instruction doit être reproduite chaque année en demandant aux préfets concernés une réponse impérative, avec un suivi au niveau des cabinets ministériels et non seulement des administrations centrales.

Recommandation 5. Actualiser chaque année l'instruction du Gouvernement du 31 décembre 2015 en élargissant son champ à l'ensemble des zones exposées à des risques d'inondations rapides, et assurer un suivi étroit de sa mise en œuvre par les préfets concernés (DGSCGC, DGPR).

2.1.7 Impliquer davantage la population dans les exercices de sécurité civile

Les exercices grandeur nature permettent, d'une part, une forte médiatisation et information sur les aléas et, d'autre part, une bonne sensibilisation de la population. Au-delà de l'existence des PCS, la mission a pu constater des disparités dans l'appropriation par les communes des enjeux de sécurité civile et des réponses à apporter, notamment à travers les exercices.

Lors de ses déplacements, elle a ainsi pu noter que la préfecture des Alpes-Maritimes et le Syndicat mixte pour les inondations, l'aménagement et la gestion de l'eau (SMIAGE) organisaient deux exercices « gestion de crise » inondations par an. Le SMIAGE vient en appui des communes pour la prise en compte des outils de suivi météo, des procédures de gestion de crise communale et des moyens d'alerte à la population. La préfecture assure notamment la tenue du COD, vérifie la réception de l'alerte auprès des communes, teste la coordination des missions du SMIAGE et du COD pour le lien avec les élus. En 2019, l'exercice dans la vallée de la Siagne est intervenu quelques semaines avant les inondations de 2019. Il en a été de même en 2020 dans les vallées de la Bevera et de la Roya.

Dans l'Aude, un exercice annuel est organisé également pour préparer à la gestion de crise. Le risque inondations étant un des risques principaux qui touche le département, fait donc partie de la planification des exercices. Dans son retour d'expérience (RETEX) sur la gestion des inondations dans le département en octobre 2018, la préfecture notait même la nécessité, pour mieux se préparer à la crise, de « conduire des exercices de sécurité civile dans des conditions dégradées (par exemple de nuit) et de ne pas se contenter d'exercices-cadres ».

C'est en effet un constat assez général. Qu'ils soient organisés par la mairie ou par la préfecture ces exercices-cadres n'impliquent pas la population en tant qu'actrice. Or seuls les exercices permettent de créer les bons comportements et de développer des réflexes, à condition qu'ils soient testés et répétés régulièrement, et en situation réaliste. Un certain nombre d'événements meurtriers étant survenus la nuit, il faut envisager que des exercices puissent avoir lieu la nuit, comme le propose la préfecture de l'Aude (cf. supra), notamment lorsque les possibilités d'anticipation sont très limitées.

Et c'est sans doute au niveau local que les réflexes peuvent être mieux appris. Dans ce cas, les communes constituent l'échelon le plus adapté pour conduire ces exercices.

Les maires concernés sont régulièrement sensibilisés, notamment par les ministres en charge de l'environnement, sur la nécessité d'organiser des exercices de gestion de crise inondation sur la base de leur PCS pour s'assurer du caractère opérationnel des dispositions prévues et vérifier la bonne compréhension par chacun du rôle qui lui est dévolu. L'expérience montre en effet que de tels exercices sont essentiels pour se préparer à la gestion de crise en cas de crue soudaine.

La mission ne mésestime pas la difficulté d'impliquer la population. Elle note cependant que les écoles participent déjà à des exercices, organisés par les services de l'éducation nationale qui constituent un levier essentiel. Des élèves ayant participé à des exercices dans leurs écoles, ont ainsi acquis à l'âge adulte les bons comportements nécessaires. Les résultats sont encore plus probants quand ils associent les parents en les invitant comme observateurs (cf. 2.2.1.3).

Il peut y avoir de la part des élus une certaine appréhension pour l'organisation de tels exercices

et cela pour différentes raisons :

- un manque d'ingénierie en ce domaine et donc de compétences mobilisables pour des opérations qui nécessitent du temps et de l'organisation ;
- une crainte de devoir montrer ses faiblesses dans la capacité à protéger la population et à gérer les situations de crise ;
- le scepticisme d'une population qui peut se désintéresser d'évènements majeurs qu'elle n'a pas directement vécus ;
- au contraire, l'inquiétude suscitée par des exercices qui peuvent être interprétés comme annonçant un évènement certain et créer un affolement.

Pour améliorer la capacité d'autoprotection de la population par rapport à un risque qui peut se manifester chaque année, et pour atteindre cet objectif de réalisation d'exercices, la préfecture a un rôle d'impulsion et d'appui méthodologique et organisationnel, au-delà de la stricte application des textes réglementaires.

Recommandation 6. Inciter les communes à organiser des exercices impliquant la population, avec l'appui des services de l'État et de l'ensemble des acteurs de crise, pour tester le caractère opérationnel de leurs plans communaux de sauvegarde et la diffusion auprès des habitants des bons comportements à adopter (DGSCGC, préfets de département).

2.2 Adapter les actions spécifiques aux divers types de circonstances de décès

2.2.1 Sensibiliser aux risques immédiats liés aux déplacements en véhicule

Les crues et inondations soudaines (« *flash floods* ») auxquelles est exposée la France, sont notamment liées aux pluies méditerranéennes intenses, épisodes violents à très forte pluviométrie provoquant des inondations rapides et destructrices, et contribuant significativement aux bilans des victimes. Dans ces circonstances, comme lors d'autres inondations à dynamique rapide (vitesse d'apparition, intensité de l'aléa), les décès à l'intérieur d'un véhicule, ou lors d'un déplacement, sont représentés de manière sensible.

Les décès liés à l'usage d'un véhicule concernent souvent de 40 à 70% des décès répertoriés dans les pays industrialisés, pour un ensemble d'événements⁴⁰, notamment dans les situations de crues soudaines. En France, de 1960 à 2000, ils représentent 40% des décès, et 35% sur l'arc méditerranéen français depuis 1980.

L'annexe 4 présente les mécanismes de perte de stabilité ou de contrôle de véhicules, qui peuvent conduire à des décès de personnes se trouvant à bord de ces véhicules (noyées ou blessées), ou à des décès de personnes essayant de s'échapper d'un véhicule.

Les circonstances dont la mission a eu à connaître de façon plus précise et détaillée, sur un nombre limité de décès survenus entre 2015 et 2020, dans les Alpes-Maritimes, dans l'Aude, et dans le Var, incluent des situations très différentes :

⁴⁰ Ruin, I. (2007). Conduite à contre-courant - Les pratiques de mobilité dans le Gard : facteur de vulnérabilité aux crues rapides. Thèse de doctorat, Université Grenoble I, 318 p., ann.

- refus délibérés et réitérés de consignes transmises directement et franchissements de barrières de circulation, le cas échéant en les détruisant ;
- confiance dans un itinéraire habituel qui, vu hors événement, ne permet pas d'imaginer les conditions de submersion qu'on peut y rencontrer ;
- effondrement de chaussée (sur laquelle se trouve le véhicule ou celle qui surplombe).

Ces décès trouvent souvent leur origine dans la mauvaise appréhension du risque par le conducteur ou dans le conflit entre sécurité personnelle et enjeu du déplacement :

- lors d'inondations ou de crues non débordantes (cas de passages à gué entre les rives d'un cours d'eau à l'écoulement permanent ou temporaire, par exemple) ;
- pour des véhicules en mouvement sur un axe de circulation (en incluant pont, passage à gué, tunnel...), à l'arrêt en extérieur, en stationnement intérieur dans un bâtiment ;
- par une chute directe du véhicule dans l'eau (accident de circulation, effondrement de route ou de pont...), par un emportement du véhicule par l'écoulement, par un blocage du véhicule dans une zone de courant qui empêche l'évacuation par les occupants avant que l'eau ne monte trop haut, par un renversement du véhicule...

Isabelle Ruin⁴¹ a mené des travaux approfondis sur les motivations des déplacements et sur la perception des risques par les conducteurs, notamment dans le département du Gard. Ses enquêtes ont porté sur des personnes qui ont survécu à l'évènement, pour avoir une meilleure compréhension des comportements de conducteurs face à un risque d'inondation ou à une inondation. La plupart des personnes interrogées ont maintenu des déplacements en situation de crise, en regard d'obligations professionnelles ou familiales, et du maintien de pratiques quotidiennes. Ainsi, dans ces enquêtes, plus de la moitié des parents veulent chercher leurs enfants à l'école, malgré les consignes officielles. Enfin, la perception du risque que constitue physiquement une submersion de chaussée, en fonction de la hauteur d'eau et du courant, est limitée et généralement sous-estimée. Même de jour, il peut être difficile de percevoir la profondeur de l'eau et le courant.

2.2.1.1 Pouvoir sortir de son véhicule

Le premier réflexe doit être de détacher sa ceinture de sécurité ou de la couper, et de sortir rapidement de la voiture avant qu'elle soit emportée, ce qui n'est pas toujours aisé quand l'eau monte. Le second réflexe est d'ouvrir les vitres, ou si ça n'est pas possible, notamment en cas de fonctionnement électrique des vitres, de briser la vitre et de monter sur le toit.

Contrairement à ce qu'on peut lire parfois sur les réseaux sociaux, les appui-têtes ne semblent pas être LA solution pour briser les vitres et ne sont pas présentés comme tels par les constructeurs. Ils ne sont pas toujours amovibles ou aisément amovibles et quand ils le sont peuvent être difficiles à manipuler.

Or il existe dans le commerce et sur des plateformes de vente sur internet, à moins de 10 euros, des outils conçus exprès pour briser une vitre latérale notamment quand le dispositif électrique ne fonctionne plus (et avec peu de force physique), et qui peuvent également couper une ceinture de sécurité au besoin. Cet outil peut se ranger dans la boîte à gants et sera facile à récupérer. Cet équipement est cependant laissé à l'initiative des conducteurs, et il est très probable que peu de

⁴¹ cf. supra, et également :

Ruin, I. (2010). Conduite à contre-courant et crues rapides, le conflit du quotidien et de l'exceptionnel. *Annales de géographie*, 2010/4(674), pp. 419-432.

Ruin, I. (2010). Conduite à contre-courant et crues rapides, le conflit du quotidien et de l'exceptionnel. *Annales de géographie*, 2010/4(674), pp. 419-432.

véhicules en disposent.

Il paraît imprudent d'en faire une distribution généralisée compte-tenu de l'usage détourné et malveillant qui pourrait en être fait. En revanche, il pourrait être imposé aux constructeurs d'équiper tous les véhicules neufs, par exemple sous forme d'un porte-clés fourni à l'achat. Il apparaît donc utile de mieux faire connaître et de rendre plus facilement accessible ce type d'outil.

Recommandation 7. Inclure un outil permettant de couper la ceinture de sécurité et de briser la vitre latérale dans l'équipement de tout véhicule neuf (MIOM, MTECT).

2.2.1.2 Mieux alerter des risques des passages à gué, ou des passages sur des routes inondées

Pour limiter le nombre de victimes, la priorité est d'orienter la prévention vers l'adoption des bons comportements, en mettant en avant que la voiture ou un parking peuvent devenir un piège mortel. A l'initiative de la MIIAM, le ministère chargé de la transition écologique a mis en place un démonstrateur en situation d'inondation, testant la résistance des portières en fonction de la hauteur de l'eau. Par ailleurs, moins de 30 cm d'eau suffisent pour emporter une voiture sur une route inondée. Pour les véhicules de type 4x4, en l'absence de courant, une instabilité est redoutée pour des hauteurs commençant selon les études, à 40 cm⁴². Un dépliant⁴³ édité en 2018 illustre les gestes à retenir si la voiture reste bloquée par les eaux qui montent.

Diversement présents selon les régions, les passages à gué constituent un point de danger particulier et peuvent conduire à des décès lors d'une crue du cours d'eau traversé ou d'une submersion d'un vallon habituellement sec. Sur l'arc méditerranéen français, sur 115 décès (entre 1980 et 2020) liés aux véhicules, 50 concernent des tentatives de franchissement de pont ou de passage à gué, soit 15% de l'ensemble des décès répertoriés.

Dans les exemples dont la mission a eu à connaître, la mauvaise appréhension du risque est renforcée par le sentiment des conducteurs d'être capables de franchir les zones inondées et par la nécessité ressentie de maintenir le déplacement prévu : type de véhicule, camions ou 4x4, habitude d'emprunter un trajet (domicile-travail, achats...), connaissance des lieux, d'une part, nécessité d'une livraison à un client, besoin voire urgence ressentie de prendre des nouvelles d'un proche (parents ou enfants à l'école...) ou de rentrer chez soi au plus vite, ou tout simplement réflexe de fuir, d'autre part. Les déplacements concernés ne sont pas que des déplacements de proximité. Il serait nécessaire de s'intéresser aux personnes qui transitent par les zones inondables, et non seulement aux personnes qui y résident ou y travaillent car leurs habitudes ne sont pas les mêmes et surtout il est plus difficile de les sensibiliser en amont au risque.

On peut souligner que sur l'arc méditerranéen français, sur les dernières décennies, les véhicules 4x4 sont impliqués dans un quart des décès liés aux véhicules⁴⁴.

Une part importante des décès est due à ces comportements imprudents. Les études de cas et les visites de la mission sur le terrain montrent le caractère relativement peu dissuasif des panneaux d'information ou d'alerte (« route inondée »), voire des barrières physiques mises en place par les communes et les départements aux abords des passages à gué ou des routes inondées. En tout cas, ces seuls dispositifs ne suffisent pas à contraindre les automobilistes les plus déterminés ou les plus audacieux à faire demi-tour.

⁴² cf. annexe 4 pour des éléments plus détaillés, dont des recommandations australiennes.

⁴³ AFPCNT - projet Skarabée, MTECT et région PACA.

⁴⁴ CEREMA et MIIAM - Mission interrégionale inondation Arc Méditerranéen (2020). Gestion des passages à gué et ponts submersibles sur l'arc méditerranéen: constats, diagnostics et pistes d'amélioration. 118 p.

L'expérience a montré que les barrières ne sont pas suffisamment dissuasives et que les véhicules, notamment les 4x4 et les SUV, utilitaires ou camions voulant passer, passent de toute façon en cassant les barrières. Cela a un double effet, d'une part leur remplacement a un coût, et surtout, d'autre part, en l'absence de signalisation, les véhicules suivants n'ont pas connaissance du danger les entraînant dans des situations qu'ils auraient dû éviter (cas notamment des déplacements de nuit ou par très forte pluie). Certaines collectivités, semble-t-il avec efficacité, mettent en place des demi-barrières qui peuvent être contournées par les plus déterminés mais qui ne sont pas détruites, maintenant ainsi leur vocation de protection et de prévention.

Selon les élus rencontrés par la mission, la présence de forces de sécurité, agents municipaux et police municipale, gendarmerie et police nationales, demeure la meilleure garantie en matière de prévention aux abords de routes inondées, quand bien même des conducteurs passent outre. Le caractère plus dissuasif de la verbalisation a été signalé dans un cas. Il va de soi que la mobilisation de ces forces n'est pas possible de manière générale, et à tous les points sensibles alors qu'elles sont fortement sollicitées auprès de la population.

Au gré des contacts pris par la mission, a été évoquée la question d'un affichage des voies de circulation inondables et/ou inondées dans les dispositifs de guidage satellitaires des véhicules. L'idée est séduisante, mais se heurte à un certain nombre de questions :

- cela nécessite de prendre en compte non seulement la localisation des voies dans une zone inondable, mais aussi la topographie fine de la chaussée ;
- une voie surélevée peut servir de voie d'évacuation à privilégier tant que l'inondation reste sous le niveau de la chaussée, avec un délai de sécurité suffisant ;
- l'information probante correspond donc au fait qu'une voie soit exposée au risque de submersion (ou d'emportement), assorti du fait qu'une autorité locale a considéré que la situation du moment présente un risque effectif.

Ces éléments conduisent à privilégier le recours aux dispositifs de signalement activés par les usagers de la route à destination des autres usagers, comme le signalement d'un véhicule arrêté, d'un objet sur la route...

→→→ La mission considère qu'il serait opportun que les applications de guidage satellitaire intègrent une touche permettant de signaler une coupure de voie de circulation en raison d'un risque extérieur. Cela aurait pour effet de diffuser de fait les interdictions et barrières mises en place, et d'anticiper leur existence dans les itinéraires.

→→→ A l'instar de certaines pratiques actuelles, la mission recommande d'inciter les collectivités territoriales à privilégier les demi-barrières de signalisation de passages à gué dangereux ou de routes inondées plutôt que des barrières entières (DGSCGC, préfets de département).

2.2.1.3 Faire confiance à l'école pour la prise en charge des enfants

Un des facteurs de risque en véhicule concerne les déplacements inutiles de parents vers l'école pour récupérer leurs enfants en période d'inondations, avec le sentiment que les enfants ne sont pas en sécurité à l'école. D'une part, il y a un risque d'engorgement du réseau routier avec des flux qui peuvent se croiser et empêchant les véhicules de secours de circuler, d'autre part, il y a le risque de tels déplacements pour les parents et leurs enfants.

Les parents, même informés, font apparemment une confiance insuffisante au personnel des écoles, enseignants et non enseignants, et aux procédures de mise en sécurité des enfants au sein des établissements scolaires (que l'école soit ou non directement exposée aux inondations). Or les établissements scolaires sont parfaitement préparés à l'accueil et à la mise en sécurité des

élèves, notamment à travers les plans particuliers de mise en sureté (PPMS)⁴⁵. Mais les parents en sont insuffisamment informés.

Les exercices sont le moyen le plus efficace à la fois pour entraîner les personnels de l'école pour qu'ils acquièrent les bons réflexes, mais aussi pour sensibiliser les enfants. Toutefois, si les rectorats imposent des exercices dans ces établissements, ceux-ci ne portent pas nécessairement sur les risques naturels et les inondations en particulier. Dans les zones concernées, pouvant subir des inondations dévastatrices, un exercice sur la gestion des inondations par l'école devrait être organisé tous les ans dans chaque établissement, notamment compte-tenu des nouveaux arrivants. Les parents devraient être invités à y assister. Même s'ils sont peu nombreux, cela leur permettra de constater que les enfants sont bien pris en charge et bien mis en sécurité par l'école. Ils pourront ainsi témoigner auprès des autres parents d'élèves.

La mise en place d'un système de webcam pourrait rassurer les parents en leur permettant de voir à distance les conditions de la prise en charge de leurs enfants.

Recommandation 8. Rendre obligatoire un exercice inondation par an dans chaque établissement scolaire des zones concernées par les risques d'inondation en y invitant les parents (DGSCGC, préfets de département, rectorats).

2.2.1.4 Former à la conduite en situation d'inondation

Face aux risques liés aux intempéries, et pour sensibiliser les conducteurs aux comportements à risque, il y a une carence en matière d'information et de formation des conducteurs.

Une fiche de décembre 2018 « Je ne prends pas ma voiture et je reporte mes déplacements »⁴⁶ rappelle la conduite à tenir en cas d'inondation :

Avant l'épisode pluvieux intense :

- je reste à l'écoute des autorités et des messages de vigilance ;
- je gare ma voiture dans un lieu sûr (en hauteur si possible)⁴⁷ ;

Pendant :

- je réduis ma vitesse et je respecte les panneaux de danger sur la route (route inondée, pont submersible, gué, passage souterrain...) ;
- je m'éloigne de la zone inondée ;
- je ne vais pas dans un parking souterrain.

Des recommandations complémentaires concernent plus directement les parkings souterrains (cf. 2.2.2.4).

Certes l'ensemble de ces recommandations relèvent assez largement du bon sens. Cependant, pour sensibiliser les conducteurs et notamment les plus jeunes d'entre eux, la situation spécifique de la conduite en cas d'inondation devrait être davantage prise en compte dans l'apprentissage de la conduite.

⁴⁵ Adaptés à la situation précise de chaque école et de chaque établissement, ils doivent permettre la mise en œuvre des mesures de sauvegarde des élèves et des personnels en attendant l'arrivée des secours ou le retour à une situation normale.

⁴⁶ AFCNT projet Skarabee, MTECT, Région Sud PACA.

⁴⁷ Selon la mission, les PCS devraient signaler les zones de parkings alternatifs à privilégier en cas d'inondation.

En effet, à l'exception de l'aquaplaning, le code de la route ne fait aucune mention du respect des règles et précautions à respecter par les automobilistes en cas de catastrophes naturelles, notamment en cas de routes inondées. Le conducteur se trouve confronté à des panneaux dont il ne connaît pas la signification.

Même si ces panneaux portent des messages qui sont clairs (routes inondées, parkings inondables, passages à gué, barrières de protection...), le conducteur n'en connaît pas le caractère contraignant et sa justification, ni la sanction qu'il encourt en cas de non-respect. La mission estime qu'il faut *a minima* renforcer la formation des conducteurs, et notamment des jeunes conducteurs, dès l'apprentissage du code de la route, en étudiant la possibilité d'y inclure des dispositions sur la prévention des risques par l'adoption de bons comportements en cas d'intempéries.

Des conventions passées entre l'État et les auto-écoles dans les régions concernées pourraient également permettre, au minimum, d'inclure dans la formation à la conduite, les risques encourus en période d'inondations.

Recommandation 9. Inclure dans le code de la route, des dispositions en terme de prévention et de répression en situation d'inondation, et dans la formation une explicitation des enjeux (DGSCGC, délégation à la sécurité routière).

2.2.2 Mieux prévenir les décès dans les bâtiments

Les circonstances des décès à l'intérieur des bâtiments, presque exclusivement en bâtiments d'habitation ou d'hébergement (cf. travaux scientifiques et techniques consultés par la mission), renvoient à des types de situations différents, par exemple :

- destruction par le courant ou par un mouvement de terrain induit par le courant, de tout ou partie d'un bâtiment ;
- décès dans le bâtiment en raison directe de la présence de l'eau au sous-sol, en rez-de-chaussée voire à l'étage : noyade, hypothermie, traumatisme physique, électrocution, incendie. Les victimes peuvent se trouver bloquées à un niveau (impossibilité de remonter un escalier contre le courant du sous-sol vers le rez-de-chaussée, portes bloquées par le courant ou le niveau de l'eau...), l'eau peut entrer plus ou moins rapidement dans le bâtiment créant un courant fort (rupture de baie vitrée ou de cadre de porte...). Les victimes peuvent également être surprises dans leur sommeil, ou se trouver dans l'incapacité physique de se déplacer même dans une eau « calme » ;
- entraînement par le courant depuis l'intérieur ou à proximité immédiate du bâtiment ;
- chute depuis un toit / une terrasse refuge.

Des décès par crise cardiaque (efforts, stress intense ou effet de choc...) peuvent par ailleurs être constatés, ainsi que des décès par accident ou intoxication au monoxyde de carbone lors des déblaiements ou nettoyages immédiats.

Les situations individuelles sont diverses en termes de capacités physiques des victimes et au regard de leur connaissance du risque et des mesures à prendre. Leur comportement dépend également des informations qui leur sont transmises (déclenchement d'une alerte, consignes de mise en sécurité...). Ainsi, des personnes non présentes dans leur logement au moment de l'arrivée de l'eau, ou ayant été évacuées par les services de secours, reviennent. 10% des victimes sont décédées en essayant de sauver des personnes, des animaux, des biens. De même, les victimes peuvent avoir tenté, jusqu'à ce qu'il soit trop tard, de réduire les dommages en déplaçant des biens, en agissant sur les installations et équipements (électricité, gaz...).

De nombreux travaux montrent que les personnes décédées dans des bâtiments sont plus âgées en moyenne, voire significativement plus âgées, que l'ensemble des victimes et a fortiori que les victimes décédées en véhicule ou à l'extérieur. Les femmes sont surreprésentées dans un certain nombre d'événements.

D'après les données relatives à l'arc méditerranéen, un certain nombre de décès font suite à des refus d'évacuer avérés, soit plus d'un quart des victimes en bâtiments (cf. 2.2.2.2). Certaines personnes ont appliqué les consignes génériques de montée à l'étage sans quitter le bâtiment, dont la conséquence a été de ne plus pouvoir les atteindre et de les évacuer quand le risque de destruction du bâtiment par le courant a été avéré.

Une possible corrélation entre l'âge avancé et l'occupation d'une maison de plain-pied (taille du logement en regard de la taille du foyer), ou entre l'âge et le fait de dormir au rez-de-chaussée dans un bâtiment à étage constitue vraisemblablement un facteur de vulnérabilité supplémentaire des personnes âgées.

2.2.2.1 Maîtriser l'urbanisation

La maîtrise de l'urbanisation est un levier essentiel de réduction des impacts des inondations.

Elle s'appuie notamment sur les plans de prévention des risques naturels (PPRN), ou les plans de prévention des risques d'inondation (PPRI) pour les PPRN relatifs aux risques d'inondation. Ils sont élaborés et prescrits par l'État en association avec les communes et après consultation des populations.

Le PPRI approuvé est une servitude d'utilité publique applicable de plein droit directement opposable à toute décision d'urbanisme (notamment les permis de construire). Il définit des zones d'interdiction et des zones de prescription, constructibles sous réserve. Ses dispositions priment sur toute autre considération. L'objectif est double : la limitation de l'urbanisation en zone inondable (zones déterminées sur la base de la crue de référence, crue centennale ou plus forte crue connue) et la préservation des champs d'expansion des crues. Il vise ainsi à éviter l'aggravation des risques et à réduire la vulnérabilité des personnes et des biens, à travers, le cas échéant, des mesures de prévention, de protection et de sauvegarde imposées aux propriétaires des bâtiments existants.

Dans le cas d'inondations se déroulant en cohérence avec les événements recensés et avec les inondations de référence, les PPRI ont pu montrer leur fiabilité. La mission a ainsi pu observer dans une commune ayant subi des inondations catastrophiques que les débordements du lit de la rivière et les dégâts causés restaient strictement circonscrits au zonage du PPRI qui avait donc pleinement rempli son objectif. En cas de crue exceptionnelle, les mêmes visites de terrain ont montré l'impact moins significatif des PPRI.

A la demande de la mission, les DDTM des Alpes-Maritimes et de l'Aude ont fait un point de la situation, en regard des règles d'urbanisme en matière d'inondation, des bâtiments dans lesquels (ou à proximité desquels) des décès ont été déplorés lors des événements de 2020 (tempête Alex) et 2018. Il s'agissait dans tous les cas de personnes résidant sur place. Toutes les habitations ont été construites antérieurement à l'approbation d'un PPRI, là où il en existe un (voir encadré).

Situation de bâtiments ayant été le siège d'un décès, en regard des règles d'urbanisme

Dans les Alpes-Maritimes, il s'agit de 10 décès dans 3 communes, survenus dans 7 bâtiments qui ont été totalement détruits par l'inondation, sauf dans un cas où le décès est survenu dans une partie de la maison qui a été détruite. Ces bâtiments ont été construits entre 1947 et 1983, le plus ancien bâtiment ayant connu des extensions en 1985 et 2004. Sur une commune disposant d'un PPRI approuvé en 2010, les 5 décès sont survenus dans 4 bâtiments situés en zone d'aléa fort ou très fort (des habitations nouvelles aux mêmes emplacements n'auraient pas été autorisées). Sur une commune disposant d'une étude de PPR non opposable en tant que tel, les 2 décès sont survenus dans 1 bâtiment situé en zone d'aléa fort identifié par l'étude. La troisième commune,

ayant eu à déplorer 3 décès dans 2 bâtiments, ne disposait pas de PPR.

Dans l'Aude, 8 décès ont été recensés dans 2 communes, survenus dans 7 maisons d'habitation que l'inondation n'a pas détruites structurellement, ainsi que dans un cabanon situé dans le jardin attenant à une habitation. Les communes étaient dotées de PPR approuvés respectivement en 2012 et 2013. Les maisons ont été construites entre 1800 et 1989. Dans la première commune de l'Aude, les 4 bâtiments se trouvaient en zone d'aléa fort identifié par le PPR (2 mètres d'eau ou plus), et n'auraient pas été autorisées dans le cadre d'une construction neuve. Dans la deuxième commune, les situations sont plus diversifiées : un bâtiment en zone d'aléa fort qui n'aurait pas été autorisé après le PPR, 3 bâtiments (avec étages) en zone d'aléa fort ou modéré dont la construction neuve aurait pu être autorisée sous conditions de surélévation de plancher, mais qui auraient été confrontés à une crue plus forte que l'aléa de référence et conduisant à des hauteurs d'eau respectivement de 15 cm, 1,30m et 1,80m au-dessus du plancher.

Source : DDTM des Alpes-Maritimes, DDTM de l'Aude

Des maires, notamment la plupart de ceux que la mission a pu rencontrer, ont tiré les conséquences des crues exceptionnelles que leur commune a pu subir en revoyant leur urbanisation, en rachetant des biens privés soumis fortement aux inondations ou en réaménageant des terrains rendus inconstructibles (cf. à Biot et à Trèbes). Ils ont pu être accompagnés et aidés par le fonds de prévention des risques naturels majeur (FPRNM), dit fonds Barnier.

Ce fonds a été mis en place par la loi n° 95-101 du 2 février 1995 relative au renforcement de la protection de l'environnement. Sa procédure est susceptible d'être mise en œuvre « *lorsqu'un risque prévisible de mouvement de terrain, d'avalanches ou de crue torrentielle menace gravement des vies humaines* ». Le fonds permet de soutenir des mesures de prévention ou de protection des personnes et des biens exposés aux risques naturels majeur en leur permettant par exemple de se réinstaller en dehors des zones à risques et assurer la mise en sécurité des sites libérés. Il peut être mobilisé au bénéfice des collectivités territoriales couvertes par un PPRN, des petites entreprises, des particuliers, des établissements publics fonciers et des services de l'État.

Il finance les indemnités d'expropriations ou d'acquisition amiable de biens, directement menacés par des aléas mettant en danger des vies humaines, afin de limiter l'exposition aux risques de leurs habitants, ainsi que les dépenses liées à la limitation de l'accès et à la démolition éventuelle de ces biens ainsi que les travaux de réaménagement de certains des biens impactés non rachetés.

2.2.2.2 Rester ou quitter sa maison en cas d'inondation

Le plan submersions rapides précise que doit être rappelée aux maires des communes concernées l'obligation de rédaction du DICRIM. Partie intégrante du PCS dont il constitue le socle en matière d'information préventive et de connaissance du risque, il affiche les risques au niveau communal.

Il sera ainsi rappelé aux maires leur obligation :

- d'affichage des consignes sur la fréquence des radios à écouter en cas d'urgence,
- d'inventaire des repères de crues historiques,
- de pose de repères des plus hautes eaux connues et de laisses,
- de réalisation de communications adaptées,
- de mise en place de prescriptions pour les campings en zone à risques,
- d'information vers les acquéreurs et les locataires, en prenant particulièrement en compte les locations saisonnières.

Des enquêtes ont été menées auprès de personnes exposées à l'inondation de Nîmes, sur les

déterminants principaux de leurs comportements, et de leur décision de rester chez eux⁴⁸ :

- se mettre en sécurité ;
- sauver sa vie ou celle des membres de sa famille ;
- sauver des animaux, sauver des biens personnels ;
- essayer de protéger un bâtiment contre l'entrée de l'eau, essayer de réduire les dommages ;
- panique, anxiété ;
- inquiétude pour les membres de sa famille.

Le plan submersions rapides a d'ailleurs fixé parmi les axes de recherche à soutenir en appui du programme national de submersions rapides la connaissance et la compréhension des comportements individuels – et leurs motivations – par rapport à la prévention.

De nombreuses circulaires, campagnes de prévention et d'information tant de l'État que des communes mettent en avant la nécessité de se protéger en montant à l'étage des habitations, et en cas de nécessité, de pouvoir accéder au toit pour faciliter les secours par hélitreuillage en cas de nécessité d'évacuation d'urgence (si la hauteur d'eau avait par exemple été sous-estimée ou que l'événement dépassait significativement l'intensité de l'événement de référence...). Dans bien des situations, cette recommandation est la plus appropriée. Elle ne tient pas compte cependant des difficultés que les occupants peuvent avoir à se déplacer ou à être déplacés à l'étage (personnes âgées, handicapées, malades ou immobilisées...). De manière générale, une attention particulière doit être portée aux personnes fragilisées sur le plan physique et médical, voire économique et financier, isolées socialement et qui pourraient rencontrer des difficultés pour assurer leur propre évacuation.

Cependant, la mise en sécurité à l'étage ne peut pas être considérée comme systématique. Les inondations dramatiques de la Vésubie et de la Roya ont montré que la violence du torrent de la rivière pouvait attaquer les maisons riveraines par la force du courant ou par leurs fondations, par le sol sur lequel elles ont été construites.

Un habitant de Saint-Martin-Vésubie a eu la présence d'esprit de sortir de sa maison plutôt que de monter dans les étages. Sa maison a été emportée dans sa totalité.

Lors des inondations de 2010 dans le Var, sur huit victimes, six étaient dans un bâtiment avec un étage resté hors d'eau. La violence de l'arrivée d'eau est avérée. « Disposer d'un étage refuge n'est donc pas suffisant, encore faut-il avoir le temps et la possibilité de le rejoindre »⁴⁹.

Afin que les habitants comprennent le sens des consignes et recommandations et d'éviter ce qui peut être interprété comme ordre et contre-ordre, il est important de rappeler que se réfugier dans les étages peut-être une préconisation la plus courante, en revanche il leur faut prioritairement être à l'écoute des autorités municipales : le comportement adéquat, c'est de se mettre à l'abri dans un niveau refuge du bâtiment, sauf en cas de consignes d'évacuation. C'est pourquoi les PCS doivent être précis dans les modalités d'information des habitants dans les situations d'urgence, ainsi que les consignes « types » diffusées au niveau national.

⁴⁸ Duclos, P., Vidonne, O. Beuf, P., Perray, P., & Stoebner, A. (1991). *Flash flood disaster - Nîmes France 1988*. *European Journal of Epidemiology*, 7(4), pp. 365-371.

⁴⁹ cf. « l'analyse des situations de danger dans le cadre du retour d'expérience des inondations des 15 et 16 juin 2010 dans le Var », Pascal Belin et Christophe Moulin, CETE Méditerranée.

Recommandation 10. S'assurer que les plans communaux de sauvegarde sont précis quant à la transmission à la population des informations et des recommandations sur les comportements à adopter par les différents publics, en portant une attention particulière aux plus vulnérables et aux non-résidents (préfets de département).

→→→ La mission recommande, dans les informations de sensibilisation génériques diffusées notamment au niveau national, d'assortir la consigne « se mettre à l'abri dans un niveau refuge » d'un complément « sauf consignes d'évacuation transmises au nom des responsables communaux ou préfectoraux ».

Dans une des communes visitées par la mission (Mandelieu-La Napoule), les équipes municipales font un porte à porte systématique pour recenser les populations fragiles, et les identifier pour être en mesure de leur porter un secours préventif ou urgent.

Recommandation 11. Inciter les maires à tenir à jour dans le cadre de leur plan communal de sauvegarde une liste des personnes qui doivent faire l'objet d'un accompagnement individuel et d'une intervention prioritaire et/ou anticipée des services municipaux en cas d'alerte inondation (préfets de département).

L'obligation en est d'ailleurs fixée pour partie par l'article R 731-2 (I-1°) du code de la sécurité intérieure qui précise que le PCS comprend l'identification des enjeux, particulièrement le recensement des personnes vulnérables aux termes des dispositions de l'article L 121-6 du code de l'action sociale et des familles, soit les personnes âgées et les personnes handicapées, à la condition qu'elles en aient fait la demande⁵⁰.

Le recensement de cette catégorie de la population pourra être également étendu et réalisé à partir :

- des listes de personnes inscrites auprès des organismes médicaux, sanitaires et sociaux (personnes hospitalisées à domicile, malades chroniques et personnes en situation de handicap, personnes inscrites auprès des centres communaux d'action sociale (CCAS) dans le cadre du Plan canicule, bénéficiaires de l'aide à domicile en milieu rural (ADMR)...,
- d'une campagne de communication incitant les personnes qui ne seraient pas autonomes en cas d'évacuation à se faire enregistrer en mairie, y compris les personnes généralement valides mais provisoirement empêchées par leur état de santé,
- d'enquêtes auprès de la population ou de retours d'expérience,
- des déclarations des loueurs de logements saisonniers.

Une des communes visitées par la mission propose à la population habitant dans des maisons de plain-pied l'élaboration d'un diagnostic par les services municipaux en lien avec les centres d'incendie et de secours. Cette initiative est particulièrement intéressante et est parfois prise en charge par les établissements publics de coopération intercommunale ou encore par des établissements publics en charge de la GEMAPI. Cependant, elle comporte le risque que le diagnostic soit perçu par les habitants comme une garantie de protection et qu'ils en oublient de

⁵⁰ cf. al. 1 « Afin de favoriser l'intervention des services sociaux et sanitaires, les maires recueillent les éléments relatifs à l'identité, à l'âge et au domicile des personnes âgées et des personnes handicapées qui en ont fait la demande. Ces données sont notamment utilisées par les services susmentionnés pour organiser un contact périodique avec les personnes répertoriées lorsque le plan d'alerte et d'urgence prévu à [l'article L. 116-3](#) est mis en œuvre.

s'adapter aux consignes de la commune lors d'évènements majeurs : le diagnostic doit s'accompagner par principe d'une sensibilisation et d'une information plus larges.

2.2.2.3 Porter une attention particulière aux non-résidents

Dans une étude présentée en février 2012 sur « l'analyse des situations de danger dans le cadre du retour d'expérience des inondations des 15 et 16 juin 2010 dans le Var »⁵¹, différents constats ont été faits notamment à partir de l'origine géographique des victimes. Une majorité d'entre elles résidaient ou travaillaient sur place et le nombre d'estivants est faible. Parmi ces derniers, deux victimes sur les quatre avaient leurs habitudes sur les lieux. Selon les auteurs de l'étude, la méconnaissance de l'environnement ne semble donc pas être un facteur particulier expliquant les décès lors de ces inondations.

Dans un article sur « La mortalité liée aux inondations en région méditerranéenne française (1980-2020) », les auteurs estiment cependant que 17% des victimes, durant cette période, sont des non-résidents et 11% des résidents secondaires⁵².

Toutefois, face aux inondations rapides, les touristes sont une population particulièrement vulnérable en raison de la difficulté de les informer sur les risques et de les alerter en cas d'évènement dans un environnement qui leur est souvent inconnu⁵³. Un recueil de bonnes pratiques élaboré pour l'axe méditerranéen développe trois axes en particulier :

- l'information préventive des touristes,
- la mise en place de mesures de réduction de la vulnérabilité sur les sites accueillant des touristes,
- la préparation des acteurs touristiques à la gestion d'une inondation.

Treize recommandations complètent ce guide à destination des acteurs du tourisme, des élus et des services chargés de la prévention des risques d'inondation.

Les touristes non-résidents doivent donc faire l'objet d'une attention particulière. S'il revient aux propriétaires ou gestionnaires d'équipements touristiques collectifs (campings et hôtels) d'assurer sous leur responsabilité l'évacuation de leurs clients, il n'en est rien s'agissant des touristes isolés (Airbnb, locations saisonnières etc.) d'autant plus s'ils sont étrangers et ne maîtrisent pas le français.

Les non-résidents doivent donc être inclus dans la liste des personnes nécessitant un accompagnement individuel en cas d'alerte inondation (cf. recommandation 10).

2.2.2.4 Anticiper et protéger des risques spécifiques concernant les parkings souterrains

Les parkings font l'objet de prescriptions et de réglementations particulières au sein des PPRi, en complément des dispositions spécifiques aux établissements recevant du public (ERP), et aux préconisations des plans locaux d'urbanisme⁵⁴. Mais il n'existe aucune réglementation homogène quant à la gestion des parkings en zone inondable, sauf sous l'angle de l'urbanisation.

⁵¹ Pascal Belin et Christophe Moulin, CETE Méditerranée

⁵² Vinet, F. Cherel, J.-P., Weiss, K., Lewandowski, M. & Boissier, L. (2022) La mortalité liée aux inondations en région méditerranéenne française (1980–2020), LHB, 108:1, 15 p.

⁵³ Inondation/tourisme, recueil de bonnes pratiques pour les acteurs du tourisme sur l'arc méditerranéen – MIIAM/DREAL et CYPRES.

⁵⁴ www.paca.developpement-durable.gouv.fr/parkings-et-inondation-r2946.html

Cependant, dans le cadre de la gestion de crise, le traitement de la problématique des parkings publics semble bien prévu dans les plans communaux de sauvegarde dans les territoires potentiellement impactés par un phénomène pluvieux intense avec des actions particulières : évacuation des véhicules, fermeture des accès, information des gestionnaires pour la mise en place de dispositifs de protection, affichage des consignes de sécurité etc.⁵⁵

Des recommandations à destination du grand public sur la conduite à tenir dans les parkings souterrains en cas d'inondation ont été diffusées dans un dépliant avec des messages simples :

- je ne descends pas dans les sous-sols et je me réfugie en hauteur en étage ;
- je ne prends pas ma voiture et je reporte mes déplacements.

Avant l'épisode pluvieux intense :

- je reste à l'écoute des autorités et des messages de vigilance ;
- je sors ma voiture du parking souterrain et je la garde dans un lieu sûr en hauteur si possible ;
- je consulte les consignes d'évacuation du parking ;
- je repère les cheminements possibles.

Pendant l'épisode :

- si je suis hors du parking, je ne vais pas chercher ma voiture dans le parking souterrain ;
- si je suis dans le parking, j'évacue au plus vite en n'utilisant pas d'équipements électriques (ascenseurs, portes automatiques...).

Au-delà de ces recommandations, certains équipements ou certains dispositifs permettraient d'éviter des décès dans les parkings souterrains.

a) *Porter une attention particulière aux accès des piétons aux parkings*

Une part non négligeable des décès liés aux véhicules est due aux inondations de parkings, les propriétaires cherchant à sortir leurs véhicules avant que ceux-ci soient engloutis. Dans certains cas (Mandelieu-La Napoule, cf. infra), les propriétaires de véhicules ont pris cette initiative pour la quatrième ou cinquième fois au moins, « habitués » à des événements moins brusques et moins violents se traduisant par quelques centimètres d'eau sur les emplacements de stationnement. Ils croyaient mesurer le risque, mais toutes les inondations de parkings souterrains ne sont pas lentes et limitées en hauteur d'eau. Contrairement à l'idée reçue, il n'y a pas toujours dans ces comportements l'idée de « sauver » son bien personnel face à un aléa fort. Dans le cas mentionné, il s'agissait simplement de sortir le véhicule afin de pouvoir l'utiliser facilement le lendemain sans devoir se mouiller les pieds.

Dans le cas dramatique de Mandelieu-La Napoule, dans la nuit du 3 au 4 octobre 2015, alors que les inondations ont fait 20 morts sur la Côte d'Azur, 8 de ces victimes ont été noyées dans les parkings de deux résidences de la ville. Plus de six ans après, des batardeaux ont été installés devant les entrées, retardant l'entrée de l'eau et empêchant, pendant qu'il en est encore temps, d'essayer de sortir les véhicules contre le courant.

L'enjeu de la prévention est d'éviter que les propriétaires aillent chercher leur véhicule dans le

⁵⁵ L'instruction du gouvernement du 31 décembre 2015 relative à la prévention des inondations et aux mesures particulières pour l'arc méditerranéen face aux événements météorologiques extrêmes vise notamment les immeubles et établissements ayant des parkings en sous-sol dans les zones réglementées des PPRI, ou proches de cours d'eau ou de points bas.

parking souterrain en période d'inondation. Comme cela fonctionne en cas d'incendie d'immeubles de grande hauteur, un système, à étudier, devrait permettre de bloquer les ascenseurs, pour empêcher de descendre au-delà du rez-de-chaussée. Dans ce cas, le propriétaire du véhicule n'aurait d'autre choix que de descendre au sous-sol par l'escalier. Son avancée s'en trouverait ainsi ralentie, laissant plus de temps à la réflexion sur la prise de risque et surtout cela lui permettrait de prendre la mesure de l'inondation pénétrant dans l'escalier.

Un risque demeure. Lors des inondations de 2014, trois copropriétaires sont restés bloqués derrière la porte de sortie du parking donnant accès à l'escalier parce que la porte s'ouvrait vers le parking. Or la pression de l'eau venant du parking empêchait d'ouvrir la porte.

Recommandation 12. Etudier les possibilités techniques de bloquer un ascenseur pour l'empêcher de descendre au parking en sous-sol en cas d'inondation (DGSCGC)

Recommandation 13. Etudier la possibilité d'imposer dans les permis de construire que les portes de sortie des parkings en sous-sol s'ouvrent vers l'accès aux escaliers, en tenant compte de la réglementation concernant d'autres risques et notamment le risque incendie (DGSCGC, DGALN).

b) Protéger les parkings des inondations

Pour protéger les parkings des inondations, la mise en place de batardeaux apparaît efficace. Il existe divers dispositifs contre les inondations de parkings souterrains :

- des protections périphériques, pour endiguer une zone à risque ;
- des protections directes sur le bâtiment en traitant les sites d'infiltration / d'écoulement ;
- des équipements pour parer aux remontées d'eau d'inondation et protéger les câbles.

Selon le ministère en charge de l'écologie⁵⁶, il s'agit d'un dispositif qui obture partiellement l'embrasement d'une porte ou d'une porte-fenêtre pour limiter fortement la pénétration d'eau. Un fabricant précise que, en tant que système de protection contre les inondations, un batardeau est un barrage mobile destiné à retenir l'eau et être posé directement dans les ouvertures d'un bâtiment à usage d'habitation, de locaux professionnels ou de sites industriels pour empêcher provisoirement l'eau d'y pénétrer. Les équipements sont modulaires, généralement faciles d'installation et démontables.

Mais les batardeaux peuvent être installés de manière plus pérenne, et être activés sans intervention humaine après réception d'un GSM. En cas de fortes pluies, le sol ne peut pas absorber toute l'eau. Elle tombe d'abord dans un petit bassin situé sous le batardeau, qui se remplit. Progressivement, par pression hydraulique, le batardeau va se relever et se plaquer hermétiquement contre les supports fixés aux murs. Les murs qui vont jusqu'à l'entrée des parkings souterrains ont été rehaussés et soutiennent le batardeau.

Leur coût peut apparaître cependant prohibitif, notamment pour des petites copropriétés. Leur

⁵⁶ https://www.ecologie.gouv.fr/sites/default/files/dgaln_ref-inond-fiche01.pdf

financement dépend alors d'aides dont pourraient bénéficier les propriétaires. Ainsi au domaine du Cap-Vert, lotissement à Mandelieu-La Napoule où huit personnes ont perdu la vie en tentant de récupérer leurs véhicules, 38 batardeaux ont été installés dans les vingt copropriétés mitoyennes du Riou, la rivière qui s'est transformée en un puissant torrent. Leur coût global s'élève à 2,3 M€ financés par l'État (40%), le conseil régional (20%) et la communauté d'agglomération Cannes-Lérins. Seul le reliquat de 20 % est à la charge des copropriétés.

Pour la mission, ce montage financier constitue un exemple intéressant pour des bâtiments existants dans le cas d'un risque non anticipable pour les vies. Sans être reproductible dans tous les territoires, il mérite cependant d'être étudié, notamment pour ce qui relève de la participation de l'État.

→→→ Etudier les possibilités d'étendre les modalités de co-financement par l'État de la pose de batardeaux à l'entrée des parkings de copropriétés en sous-sols (DGPR).

2.2.3 Appréhender les risques des déplacements à pied à l'extérieur des bâtiments

Dans le cas de déplacements à pied, les circonstances et causalités des décès sont, dans l'impossibilité d'avoir des témoignages, plus difficiles à déterminer notamment en raison de l'incertitude sur le lieu exact du décès ou de l'accident. Un certain nombre de situations relèvent des pertes de stabilité lors de déplacements à pied dans l'eau, ou de l'emportement d'un pont, d'une berge de cours d'eau... Certains travaux font apparaître une majorité d'hommes parmi les victimes, plutôt plus jeunes que la moyenne des autres victimes.

Les motivations et activités mentionnées dans les différents travaux et bilans sont variés, sans que cette liste indicative revête une quelconque gradation ou différenciation de principe entre les situations :

- fuite d'un lieu exposé, bâtiment ou véhicule ;
- volonté de rejoindre son domicile ;
- tentative de porter secours, à titre professionnel ou bénévole, ou spontané ;
- tentative de protéger des animaux ou des biens ;
- volonté d'observer directement l'événement, le cours d'eau... que certains auteurs qualifient de « *flood tourism* » ;
- pratique de sports d'eaux vives comme le canyoning (14 victimes sur 298 sur l'arc méditerranéen français) ;
- et/ou défaut d'information sur la dangerosité de la situation.

Dans les cas où les victimes se sont rendues de leur propre gré dans la zone inondée, la question se pose de leur appréhension du risque physique et de leur perception des conditions d'écoulement et de submersion auxquelles elles sont exposées. Elles sont confrontées à un conflit entre objectifs du franchissement de l'eau et les risques encourus.

Les pertes de stabilité dans l'eau, notamment par renversement ou par glissade, perte d'appui, n'entraînent pas nécessairement un décès (par noyade, hypothermie, choc et blessure...), sauf peut-être pour des personnes particulièrement vulnérables et/ou dans des conditions d'écoulement particulièrement « brutales » (très grande force de courant, engouffrement de l'eau sous un pont

en charge, fort transport de débris, température froide de l'eau...)57. Le ministère en charge de l'environnement58, en cohérence avec des travaux universitaires, considère que pour 50 cm d'eau, un adulte sportif stressé atteint les limites de danger pour un déplacement dans un courant inférieur à 1 m/s.

Ainsi, en l'absence de facteurs individuels ou d'environnement aggravants, avec de l'eau jusqu'au genou et un courant correspondant à la vitesse de marche habituelle d'un adulte en conditions urbaines, celui-ci se trouve dans une situation de risque significatif ou fort de perte de stabilité.

2.2.4 Favoriser les bonnes conditions d'une évacuation

L'organisation de l'évacuation d'un territoire ne peut reposer sur un plan unique. Si un plan spécifique d'évacuation peut constituer le tronc commun du dispositif, de nombreuses mesures et actions seront organisées et déclinées dans le cadre de plans spécifiques et propres aux différents acteurs (ORSEC départemental ou zonal, plans internes de gestion de crise des opérateurs de réseaux, plans de continuité d'activité dans les administrations publiques ou les entreprises privées, plans blancs des agences régionales de santé - ARS etc.). Mais c'est dans les PCS que doivent figurer les dispositifs opérationnels à mettre en œuvre par le maire avec les fiches réflexes pour chaque intervenant. Ces PCS prévoient notamment les modalités de l'information des habitants et des résidents occasionnels comme les touristes.

Selon Patrick Lagadec, directeur de recherche honoraire à l'École polytechnique et spécialiste des crises non conventionnelles, le plan constitue un cadre de référence auquel se raccrocher, de façon réflexe face à la stupeur et au chaos susceptibles d'être générés par l'imminence d'une inondation majeure. Il permet de clarifier les responsabilités, les compétences et les missions des différents acteurs, ainsi que les ressources mobilisables. Il permet aux gestionnaires de la crise de lancer les opérations immédiates.

Mais les plans d'évacuations ne doivent pas faire l'objet d'une confiance excessive ni être mis en œuvre de manière aveugle, et sans recul, car tous les scénarios ne peuvent pas tout prévoir, notamment les cas extrêmes, comme la mission a pu le constater lors de ses déplacements. Deux événements d'inondation successifs ne sont pas identiques.

2.2.4.1 Définir les modalités des différents cas d'évacuation

Les personnes exposées à un risque imminent d'inondation peuvent se protéger soit en quittant la zone susceptible d'être inondée, soit en rejoignant un lieu refuge situé en hauteur par rapport au niveau attendu des eaux. Ces deux types de comportements individuels sont à la base des deux grandes stratégies d'évacuation.

L'évacuation dite « horizontale » vise à ce que les personnes se mettent à l'abri du danger en quittant la zone susceptible d'être inondée. Elles sont provisoirement relogées soit par leurs propres moyens (amis, familles...), soit prises en charge dans des hébergements collectifs (hôtels, salles polyvalentes, gymnases...).

Une hauteur d'eau de 50 cm est généralement considérée comme le seuil, à partir duquel les populations adultes en bonne santé sont susceptibles d'être en danger physique manifeste, avec peu de courant. Il faut prendre en considération également la vitesse de l'eau qui peut abaisser significativement le seuil de mobilité d'un adulte.

Les autorités doivent pouvoir apporter un soutien particulier aux personnes les plus vulnérables (cf. 2.2.2.2) pour lesquelles l'évacuation constitue une épreuve particulièrement difficile pouvant

⁵⁷ cf. annexe 4 pour des éléments et références plus détaillés.

⁵⁸ Boissier, L. (2013). La mortalité liée aux crues torrentielles dans le Sud de la France : une approche de la vulnérabilité humaine face à l'inondation. Thèse de doctorat, Université Paul Valéry - Montpellier 3, 186 p., ann.

généraliser des conséquences importantes sur leur santé. Il s'agit, outre les populations des établissements scolaires, sanitaires et pénitentiaires, des personnes nécessitant une attention particulière tels que les femmes enceintes, les enfants en bas âge, les personnes âgées ou handicapées isolées, les personnes souffrant de maladie chronique, les personnes hospitalisées à domicile, ainsi que certains "sans domicile fixe". La population touristique peut également avoir besoin de soutien dans la phase d'évacuation en raison des difficultés qu'elle pourrait rencontrer, liées, par exemple, à la barrière de la langue.

L'évacuation verticale est le déplacement des personnes vers un lieu situé au-dessus des plus hautes eaux attendues pour s'y mettre à l'abri. Cette stratégie de refuge dans un étage supérieur est recommandée de manière implicite dans de nombreux DICRIM en cas d'inondation si les habitants peuvent rester et vivre dans les étages situés hors d'eau.

Cette stratégie offre plusieurs avantages : les habitants ont peu ou pas de déplacements à effectuer, ce qui limite les risques d'accidents et d'être surpris par les eaux à l'extérieur. Le maintien des populations dans leur logement permet en outre de fluidifier le trafic routier et donc de faciliter les opérations de secours. Enfin, les habitants peuvent ainsi se sentir rassurés par rapport aux risques de pillages.

La présence d'un étage refuge n'offre cependant pas une garantie absolue (cf. 2.2.2.2) contre le risque de noyade. Si, au cours des inondations ayant affecté les côtes de Vendée et de Charente-Maritime au passage de la tempête Xynthia le 28 février 2010, 32 personnes périrent dans des habitations de plain-pied, 5 personnes sont, elles, décédées dans des logements disposant d'une pièce refuge ou d'un étage, en raison notamment de difficultés de mobilité dues à leur âge⁵⁹. Dans l'Aude, une personne a été noyée en étant au premier étage de sa maison en bord de rivière alors que l'eau était montée à une hauteur de 4 mètres.

La tempête Xynthia a également mis en évidence une problématique particulière : celle des volets électriques obturant toutes les ouvertures extérieures. Sous l'incitation notamment des professionnels de l'assurance, beaucoup de pavillons inondés étaient équipés de volets électriques, faciles à mettre en œuvre en temps normal et assurant une protection contre les effractions comme contre les tempêtes. Lorsque l'électricité a été coupée au niveau du réseau ou dans les bâtiments, des personnes se sont trouvées dans l'incapacité de sortir, quel que soit le risque lié à une telle sortie, en présence ou non d'équipes de secours.

→→→ La mission recommande, dans les prescriptions types des PPRI, qu'un accès vers l'extérieur au moins soit utilisable même en cas de coupure d'électricité, au rez-de-chaussée et à l'étage.

Au-delà des consignes qui sont données « en temps de paix », comme par exemple le refuge dans les étages ou sur le toit, il est donc impératif d'inciter les habitants à s'informer et à rester à l'écoute des consignes des autorités dans les médias et sur les réseaux sociaux, sur les comptes officiels, via FR-Alert. Ces dispositions se trouvent généralement dans les DICRIM, comme la mission a pu le constater dans celui de la commune de Breil-sur-Roya.

2.2.4.2 Définir une doctrine et les responsabilités claires de l'évacuation forcée

En dépit de toutes les alertes, certains habitants refusent de quitter leur habitation. Ces refus peuvent être liés à plusieurs facteurs comme par exemple :

- le sentiment d'être à l'abri dans son logement,
- la crainte du pillage de ses biens en son absence,

⁵⁹ 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).

- parfois aussi, l'acceptation, voire le souhait, de disparaître en même temps que sa maison, comme cela a pu être formulé par des personnes âgées.

Pour l'ensemble des autorités, équipes municipales comme services de secours, se pose la question de leur capacité à contraindre des habitants à évacuer, voire d'assurer l'évacuation de manière forcée, sans leur consentement.

Sur l'arc méditerranéen français, on identifie un certain nombre de cas de refus d'évacuer par des personnes qui décéderont au cours de l'inondation, au minimum 7% des victimes, soit plus d'un quart des victimes en bâtiments.

Lors de son déplacement à Breil-sur-Roya, la mission a pris connaissance des circonstances de la disparition tragique d'un couple de personnes âgées. Leur maison a été emportée avec le versant de la colline par la puissance des flots de la rivière et des matériaux qu'elle charriait. Durant la journée, à huit reprises, la police municipale, les pompiers, la gendarmerie, l'adjoint au maire lui-même et les voisins immédiats se sont rendus chez ces personnes pour les convaincre d'évacuer alors que, non seulement leur maison menaçait d'être emportée par les eaux mais le chemin d'accès à la maison allait s'effondrer préalablement, empêchant tout secours. Elles ont décidé de rester dans leur maison. Les interlocuteurs de la mission ont encore aujourd'hui un sentiment de culpabilité de ne pas avoir pu les convaincre.

Le maire peut imposer par arrêté municipal l'évacuation d'un quartier soumis à un risque majeur. Une fois les habitants informés de l'évacuation et de son délai, certains d'entre eux refuseront de quitter leur habitation. Or les mesures d'évacuation décidées en cas d'inondations sont prises dans l'unique but de protéger les populations contre un danger menaçant directement leur vie, à la lumière des connaissances et des informations disponibles. De telles mesures, dès lors qu'elles sont prises aux fins d'assurer la sécurité des personnes, présentent un caractère obligatoire. Dans le cas de refus, les autorités, avec accord du procureur de la République peuvent déloger de force les récalcitrants. Cependant cette procédure prend du temps, dont les forces de secours ne disposent pas en cas de danger imminent. Elle paraît donc inadaptée.

La question se pose donc des conditions d'une évacuation forcée, au titre de la non-assistance à personne en danger qui peut être définie comme le fait de ne pas porter secours à quelqu'un qui est en détresse.

Pour qu'il y ait non-assistance à personne en danger, il faut que les éléments suivants soient réunis⁶⁰ :

- la personne en danger fait face à un péril grave et imminent, qui menace sa vie ou son intégrité,
- le témoin a conscience de ce danger,
- le témoin s'abstient (...) d'aider la victime, ou d'alerter les secours.

L'article 223-6 al. 2 du code pénal précise que « Sera puni (...) quiconque s'abstient volontairement de porter à une personne en péril l'assistance que, sans risque pour lui ou pour les tiers, il pouvait lui prêter soit par son action personnelle, soit en provoquant un secours ». L'article 223-3 dispose en outre que « Le délaissement, en un lieu quelconque, d'une personne qui n'est pas en mesure de se protéger en raison de son âge ou de son état physique ou psychique est puni de cinq ans d'emprisonnement et de 75 000 euros d'amende ».

Pour le code civil, dans son article 1241 « Chacun est responsable du dommage qu'il a causé non seulement par son fait, mais encore par sa négligence ou par son imprudence ». La mission toutefois n'a pas la compétence juridique pour considérer que le fait de ne pas sauver une personne

⁶⁰ cf. service-public.fr

relève d'un « dommage ».

Il faut donc que l'aide potentielle apportée à la victime n'expose pas le sauveteur ou quelqu'un d'autre à un danger, pour que soient réunies les conditions de la non-assistance à personne en danger. Mais ces conditions ne prennent pas en compte la volonté des personnes.

L'obligation de porter assistance à une personne en danger peut trouver sa limite au nom du respect de la liberté individuelle et de la protection de la propriété privée. Si une personne est évacuée de force, et qu'au cours de cette évacuation, elle tombe et se blesse gravement, la responsabilité de l'autorité publique pourrait être engagée. Elle pourrait l'être d'autant plus si in fine la maison n'est pas détruite et que la vie n'était pas menacée malgré la forte présomption au moment de l'évacuation (la prévisibilité de l'effet très local d'un écoulement torrentiel est limitée). La mission estime qu'il y a un équilibre à trouver entre la responsabilité pénale des services de secours, l'évacuation forcée de personnes dont la vie est mise en danger, et la liberté individuelle. Pour certains services rencontrés, la priorité est le sauvetage. Ils estiment que ses conséquences, mêmes pénales, seront déterminées a posteriori. C'est le prix à payer pour sauver des vies humaines.

Certains maires et des forces de sécurité font signer des décharges par les habitants refusant l'évacuation. Si la mission comprend bien la nécessité de se protéger juridiquement, elle ne peut cependant se satisfaire d'un papier exonérant les secours, sous toutes leurs formes, de leur responsabilité en cas d'accident ou de disparition des habitants, ce qui pourrait s'apparenter à une dispense juridique, voire morale, d'une assistance à personne en danger.

La mission a donc constaté trois attitudes possibles du maire, des services de secours et des forces de sécurité :

- privilégier le sauvetage, même de manière forcée et sans consentement des intéressés, quitte à faire l'objet par la suite de poursuites pénales. Certaines forces de sécurité ont dit à la mission que sans l'afficher, c'est cette option qui leur paraissait la plus correspondre à leur mission. Il semble que cette option ait pu être mise en œuvre ;
- laisser des habitants dans leur logement même si les risques pour leur vie sont avérés, pour respecter leur décision et leur liberté individuelle. C'est la situation du couple disparu avec sa maison à Breil-sur-Roya ;
- s'exonérer de toute responsabilité pénale en faisant signer aux personnes récalcitrantes une lettre de décharge à destination des services de secours.

En cas d'opposition de la part de résidents récalcitrants et refusant l'évacuation, il paraît possible de recourir à la notion d'état de nécessité de l'article 122-7 du code pénal : « N'est pas pénalement responsable la personne qui, face à un danger actuel ou imminent qui menace elle-même, autrui ou un bien, accomplit un acte nécessaire à la sauvegarde de la personne ou du bien, sauf s'il y a disproportion entre les moyens employés et la gravité de la menace ».

Cet article permet donc de procéder à une évacuation forcée dans certaines conditions qui sont strictement appréciées par la jurisprudence pour retenir l'état de nécessité. Le code pénal permet ainsi de traiter des situations dans lesquelles une personne n'a pas d'autres options que d'intervenir, quitte à porter atteinte au respect de la liberté individuelle par exemple pour sauver des personnes contre leur gré.

Il peut trouver son application dans le cadre d'une opération de déminage. Ainsi, selon l'article L. 733-2 du code de la sécurité intérieure, les agents chargés des opérations de déminage peuvent pénétrer, avec leur matériel, sur les propriétés publiques et privées même habitées, après que les propriétaires, locataires, exploitants ou occupants en ont été préalablement avisés. En cas d'opposition, il est possible de recourir à la notion d'état de nécessité.

Aucune de ces dispositions ne vise explicitement le cas d'évacuation forcée d'habitants qui ne veulent pas quitter leur domicile, et ne traite de l'éventuelle responsabilité pénale des sauveteurs. On ne peut opérer que par analogie, ce qui n'est guère satisfaisant et n'offre pas de garanties aux sauveteurs concernés.

Ces différentes situations militent pour que soit défini le cadre juridique d'une évacuation forcée protégeant les interventions des services de secours et permettant de sauver des vies. Cette question pourrait être considérée sur un champ plus large que celui des inondations.

Recommandation 14. Étudier et définir le cadre juridique dans lequel pourrait s'inscrire une évacuation forcée, en cas d'inondation, contre la volonté des habitants concernés (DGSCGC).

Conclusion

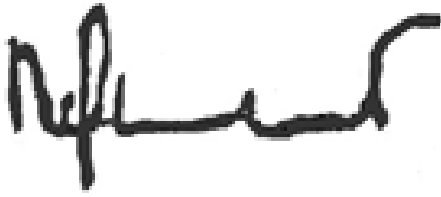
Parmi les nombreux facteurs potentiellement signifiants pour les risques de décès dus aux inondations, figurent logiquement les différentes politiques et mesures de gestion du risque d'inondation, qu'il s'agisse de prévention, de protection, de sensibilisation, de prévision, d'alerte, de gestion de crise ... Il y a bien sûr tout lieu de penser qu'en réduisant la population exposée dans les zones d'aléa fort et moyen, les risques de décès diminueront effectivement. Au-delà, les différentes politiques et mesures auront un impact différent selon les circonstances particulières de chaque décès potentiel : gagner en anticipation de l'alerte ne sert que si les personnes exposées considèrent l'alerte crédible et adoptent à temps les « bons comportements », ajouter des pièces refuges aux habitations ne sert que pour les personnes ayant la faculté physique de monter un escalier ou si elles reçoivent une aide à temps...

Les approches de prédétermination, de modélisation du risque de décès sur un territoire (cf. annexe 4), peuvent laisser espérer qu'il sera possible de qualifier voire de quantifier très grossièrement l'effet de tel ou tel paramètre ou facteur sur le risque de décès ou sur son importance, et donc, de façon indirecte, l'effet potentiel de telle ou telle politique. Des travaux sont développés en France, co-encadrés par des scientifiques de Météo-France et de l'Université de Grenoble⁶¹, sur des indicateurs de vulnérabilité territoriale à échelle infra-départementale. L'utilisation de telles approches pour évaluer l'action publique est une question à développer, mais ces approches nécessitent soit un nombre significatif d'« événements meurtriers » qui puissent être décrits par leurs caractéristiques (cf. travaux conduits aux États-Unis ou sur un ensemble d'événements dans plusieurs pays), soit un travail de modélisation fine nécessitant beaucoup de données et dans tous les cas une poursuite du développement de connaissances sur les circonstances des décès.

Cependant, la connaissance des circonstances des décès et des typologies des victimes déjà acquises par des analyses de terrain, et la perspective de développer ces bases de connaissances en France et dans les pays voisins, permettent de poursuivre et d'accentuer des politiques de sensibilisation de la population et d'espérer agir sur certains comportements. En ce sens les recommandations de la mission se sont voulues pragmatiques et autant que possible opérationnelles. En concentrant ses propositions sur quelques sujets transversaux et sur des types de circonstances de décès qui s'avèrent récurrentes, la mission a formulé des recommandations dont l'utilité lui apparaît manifeste, quand bien même elle n'est pas en mesure d'estimer aujourd'hui l'impact global effectif en termes de risques de décès.

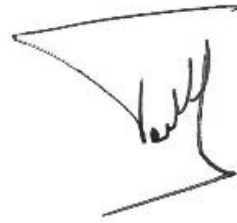
⁶¹ Ruin, I. (2020) Mobilités quotidiennes et crues éclair : une rencontre à haut risque !, Mémoire présenté pour obtenir l'habilitation à diriger les recherches, Université Grenoble Alpes, 180 pages.

Marc-Etienne Pinault

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Pinault', with a long horizontal stroke extending to the right.

**Inspecteur général de
l'administration en service
extraordinaire**

Jean-Philippe Torterotot

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'J. P. Torterotot', with a large, stylized initial 'J' and 'P'.

**Ingénieur général
des ponts, des eaux
et des forêts**

Annexes

1 Annexe 1 : Lettre de mission



Paris, le **24 FEV. 2022**

La ministre de la Transition écologique
Le ministre de l'Intérieur

Réf. : MTE/2021-12/49856
CGEDD n° 014349-01

à

Monsieur Jean-Martin DELORME
Vice-président du Conseil général de
l'environnement et du développement
durable par intérim

Monsieur Michel ROUZEAU
Chef du service de l'inspection générale
de l'administration du ministère de
l'Intérieur

Objet : circonstances des décès dus aux inondations

La tempête Xynthia en 2010 a fait 41 victimes et les crues du Var la même année 26 victimes. Elles ont motivé un plan d'actions important : le plan submersion rapide, qui comportait notamment la mise en place d'une campagne de prévention sur « Les comportements qui sauvent ». Le nombre de victimes lors des inondations de l'Aude en 2018 a été de 15, et celui dans les Alpes-Maritimes en octobre 2020 de 10 décès (et 8 disparus). Sur le seul territoire de l'arc méditerranéen, la quarantaine d'inondations majeures de ces dix dernières années a causé la mort de plus de 150 personnes au total.

Il est essentiel de mieux connaître les circonstances de ces décès afin de déterminer comment améliorer l'action des acteurs publics en vue d'en limiter le nombre. Cette information reste toutefois difficile à collecter par les autorités, notamment en contexte post-catastrophe, en raison de l'émotion que suscitent ces pertes humaines.

Nous vous demandons de diligenter une mission afin de recenser ces décès et d'analyser leurs circonstances, sur les territoires touchés par des aléas d'inondation divers comme les submersions marines, les crues torrentielles, les débordements de cours d'eau, etc.

Il est attendu de la mission d'évaluer les facteurs qui expliquent la mortalité. Vous examinerez la portée réelle et l'appropriation des consignes de sécurité et des mesures de prévention, en particulier au regard des campagnes nationales ou locales de sensibilisation menées ces dernières années qui ont pour objectif d'informer les populations sur la conduite à tenir en cas d'inondations. De même, vous analyserez avec attention les décès au sein d'un bâtiment, au regard des règles d'urbanisme applicables sur ces secteurs.

Hôtel de Roquelaure
248 boulevard Saint-Germain – 75007 Paris
Tél : 33(0)1 40 81 21 22
www.ecologie.gouv.fr

Place Beauvau
75800 Paris Cedex 08
Tél 33(0)1 49 27 49 27
www.interieur.gouv.fr

La mission procédera à un retour d'expérience des événements des dernières années pour examiner les circonstances des décès (lieu du décès - intérieur d'un bâti, espace extérieur, voiture, localisation du lieu de décès par rapport au niveau des PHEC-, relation entre décès et hauteur d'eau et/ou vitesse du courant, respect par les victimes des consignes de prudence ou de sécurité), complété par une caractérisation du profil des victimes (sociologie, vulnérabilité physique des personnes, âge, ...).

Sur cette base, la mission identifiera les éventuels enseignements y compris de portée nationale, pour la compréhension des causes de ces décès et des mesures de nature à les éviter, afin de renforcer la capacité des populations à affronter ces situations de crise, en particulier lorsqu'il s'agit de crues intenses.

Les services et établissements publics de l'État, ainsi que ses opérateurs, vous apporteront tout l'appui nécessaire à la bonne exécution de votre mission.

Vous remettrez votre rapport cinq mois après réception du présent courrier. Un point d'étape sera fait à mi-parcours.



Barbara POMPILI



Gérald DARMANIN

2 Annexe 2 : Liste des personnes rencontrées

CABINETS MINISTERIELS

- Compte-tenu de la période pré-électorale, la mission n'a pu être reçue par les cabinets des ministres commanditaires

DIRECTIONS D'ADMINISTRATION CENTRALE

Direction générale de la prévention des risques

- Cédric BOURILLET, directeur général
- Véronique LEHIDEUX, cheffe du service des risques naturels et hydrauliques
- Yoann LA CORTE, adjoint à la cheffe de service

Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises

- Alain THIRION, préfet, directeur général
- Yves HOCDE, sous-directeur de la préparation, de l'anticipation et de la gestion des crises

DEPARTEMENT DES ALPES-MARITIMES

Préfecture des Alpes-Maritimes

- Bernard GONZALEZ, préfet
- Nicolas HUOT, directeur de cabinet du préfet, directeur des sécurités
- Anne-Cécile NOVELLA, cheffe du SIDPC
- Anaïs MEUNIER, cheffe du bureau de la planification et de la gestion de crise au SIDPC
- Antoine BRANCHEREN, chargé de missions « intempéries » au SIDPC

Direction départementale des territoires et de la mer

- Johan PORCHER, directeur départemental adjoint
- Bernard CARDELLI, référent départemental inondations

Gendarmerie nationale

- Colonel Sébastien THOMAS, commandant de groupement

Service départemental d'incendie et de secours

- Lieutenant-Colonel Vincent FRANCO, sous-directeur de l'organisation opérationnelle
- Commandant Xavier WIJK, chef du groupement fonctionnel de la coordination opérationnelle

Commune de BIOT

- Jean-Pierre DERMIT, maire, conseiller départemental en charge de la sécurité, vice-président de la communauté d'agglomération Sophia Antipolis

Commune de BREUIL-SUR-ROYA

- Daniel GIORDAN, adjoint au maire en charge de la sécurité et des travaux
- Céline SAUCE, secrétaire du maire

Commune de MANDELIEU-LA-NAPOULE

- Sébastien LEROY, maire, premier vice-président de l'agglomération Cannes Lérins, co-président du groupe de travail de l'association des maires de France sur les inondations
- David KONOPNICKI, directeur de cabinet du maire, vice-président du conseil départemental
- Nassif JAHJAH, directeur des services techniques
- Rémi ANCEL, direction « Façades maritimes »
- Pierre BOUTILLON, directeur de la sûreté publique
- Charly LAMBERT, directeur de la police municipale

Commune de ROQUEBILLIERE

- Georges MANFREDI, maire
- Georges CORNIGLION, premier adjoint au maire
- Véronique CORNILLON, conseillère municipale

Commune de SAINT-MARTIN-VESUBIE

- Alain JARDINET, premier adjoint au maire, ancien directeur du SDIS par interim

DEPARTEMENT DE L'AUDE

Préfecture de l'Aude

- Thierry BONNIER, préfet
- Joëlle GRAS, directrice de cabinet du préfet
- Jason TOUILLER, chef du bureau des élections, des libertés publiques et des affaires générales, ancien chef du SIDPC
- Olivia MONTFORT, chargée de la planification opérationnelle au SIDPC

Direction départementale des territoires et de la mer

- Vincent CLIGNIEZ, directeur départemental
- Éric SIDORSKI, adjoint au chef de service prévention des risques et sécurité routière

Service départemental d'incendie et de secours

- Commandant Philippe FABRE, commandant du groupement de mise en œuvre opérationnelle
- Lieutenant Jean-Pierre CIRES, chef du centre de Sigean, conseiller technique pour le sauvetage nautique de surface
- Jean-Paul BAYLAC, responsable du service feux de forêt

Commune de TREBES

- Éric MENASSI, maire, vice-président de Carcassonne Agglo, président de l'association départementale des maires, co-président du groupe de travail de l'association des maires de France sur les inondations
- Florian MAUGARD, directeur général des services

Commune de VILLALIER

- Michel ZOCCARATO, maire
- Joëlle LAMUR, deuxième adjointe au maire
- Paul MALRIC, troisième adjoint au maire
- Françoise DELRIEU, quatrième adjointe au maire

Commune de VILLEGAILHENC

- Michel PROUST, maire

Syndicat mixte des milieux aquatiques et des rivières⁶² (SMMAR ;)

- Éric MENASSI, maire de Trèbes, président du SMMAR
- Jean-Marie AVERSENCQ, directeur général des services

DEPARTEMENT DU VAR

Préfecture du Var

- Evence RICHARD, préfet
- Vincent BARASTIER, directeur des sécurités
- Florence MILLONI, cheffe du SIDPC

Direction départementale des territoires et de la mer

- Laurent BOULET, directeur départemental
- Carine LEONARD, cheffe du service planification et prospective
- Philippe ROBUSTELLI, responsable du pôle risques

Service départemental d'incendie et de secours

- Colonel Frédéric GOSSE, directeur départemental adjoint
- Colonel Stéphane FARCY, directeur adjoint, responsable du pôle de l'organisation des secours et de la prévention des risques

Commune de GRIMAUD

- Martine LAURE, première adjointe au maire
- François-Xavier MENTZER, directeur général des services
- Noël FELTEN, directeur du cabinet du maire
- Cédric GAUTIER, responsable de la police municipale
- Franck CHAUVIN, policier municipal

Commune de LA LONDE DES MAURES

- François de CANSON, maire, vice-président du conseil régional de la région Sud-PACA, président de l'intercommunalité Méditerranée-Porte des Maures
- Nicole SCHATZKINE, première adjointe au maire
- Yves HEDON, directeur général adjoint des services planification urbaine et environnement

Commune de ROQUEBRUNE-SUR-ARGENS

- Michel DUTREUX, directeur général des services
- Véronique CORNEC, directrice général adjointe des services
- Christelle NEDELLEC, chargée du plan communal de sauvegarde
- Alban LALYS, responsable du centre technique municipal
- José LA TORRE, responsable de la police municipale

Commune de SAINT-ANTONIN

- Serge BALDECCHI, maire
- Philippe BERNARD, ancien policier municipal en 2018-2019
- Bruno RUBY, ancien policier municipal 2019-2021

Commune de TANNERON

- Michel FELIX, maire

⁶² Établissement public territorial de bassin de l'Aude

- Joëlle ARATA, directrice générale des services

ASSOCIATIONS NATIONALES

Association française pour la prévention des catastrophes naturelles et technologiques (AFPCNT)

- Christian KERT, président
- Ghislaine VERRHIEST-LEBLANC, directrice générale, ancienne chargée du pilotage de la mission interrégionale « inondations arc méditerranéen » (MIIAM)

Union nationale des associations de lutte contre les inondations (UNALCI)

- Josiane JANISSET, présidente
- Gérard FILIPI, co-président
- André DELRIEU, co-président

EXPERTS

- Daniel MARKOVITCH, conseil aux collectivités dans les secteurs de l'eau, président de la commission territoriale des rivières d'Ile de France de l'agence de l'eau Seine-Normandie, président de la commission mixte Inondations, ancien conseiller de Paris
- Isabelle RUIN, chargée de recherches au CNRS, chercheuse en géographie sociale à l'Institut de géosciences de l'environnement (IGE) à Grenoble
- Freddy VINET, professeur des universités, agrégé de géographie, co-responsable du master « Gestion des catastrophes et des risques naturels » à l'Université Paul Valéry – Montpellier 3

3 Annexe 3 : Recensement des événements en France ayant conduit à des décès directs ou disparitions connus depuis 1930

Il n'existe pas, à ce jour, de recensement officiel ni formel des cas de décès dus aux inondations en France. En utilisant des sources existantes, recouvrant des ensemble d'événements, on a cherché à établir un tel recensement pour d'une part disposer d'ordres de grandeur des enjeux, d'autre part disposer d'un panorama représentatif des occurrences de décès en termes de phénomènes.

Les informations reportées proviennent exclusivement :

- des sources écrites mentionnées ci-dessous ; GSC 1995 (pour la période 1970 à 1995) et MEDDE 2012 (1910 à 2010) portent sur l'ensemble du territoire métropolitain, les autres portent sur différents périmètres "d'arc méditerranéen" (de 4 à plus de 10 départements) ; MEDDE 2012 considère explicitement des principales inondations ayant conduit à des décès ou disparitions ; dans tous les cas, il serait déraisonnable d'espérer une quasi exhaustivité pour les années précédant 1970, qu'il s'agisse du territoire métropolitain ou du seul arc méditerranéen ; le travail de stage de Clavier (2022) porte sur les décès depuis 2011 en Guadeloupe et en Martinique ;
- de la consultation de la BDHI (base de données historiques sur les inondations, archivage non systématique) ;
- du suivi des événements survenus en 2022 à partir de la presse ;
- de retours des DREAL de bassin, consultées sur les informations à partir de l'année 2010.

Les sources ne sont pas forcément concordantes, pour un même événement et un même lieu, on a dans ce cas mentionné les différentes informations rapportées, en liant ces informations aux sources par un code couleur.

Les communes indiquées peuvent, selon les cas, correspondre aux lieux de survenue de l'accident, ou au lieu de découverte d'une victime. Les départements sont indiqués par leur numéro minéralogique actuel.

Les décès sur des passages à gué (ou ceux liés à une chute de véhicule dans un cours d'eau) et les noyades dans un cours d'eau en crue sont repris et mentionnés, y compris en l'absence de qualification de l'état de crue du cours d'eau (crue plus ou moins prononcée), donnant lieu ou non à des débordements hors lit mineur. En d'autres termes, le recensement établi inclut potentiellement des décès liés à des crues hors situation d'inondation, à savoir hors situation de présence d'eau sur des terrains non habituellement submergés.

Les cas de disparitions (correspondant à des victimes potentielles dont les corps n'ont pas été retrouvés, et qui sont ou non identifiées) sont, à la base, signalés à partir de différents éléments, par exemple :

- un ou plusieurs témoignages directs de l'emportement d'une personne par l'eau, ou d'un véhicule renfermant (ou semblant renfermer) une personne ; ces témoignages peuvent être plus ou moins fiables et avérés, selon les circonstances dans lesquelles sont placés les témoins (visibilité, violence et brutalité du phénomène physique, situation de péril personnel...)
- témoignage ou présomption d'une présence dans un bâtiment avant qu'il soit emporté par les eaux ;

- impossibilité de retrouver une personne dont la présence dans la zone sinistrée, au moment de l'événement, est plus ou moins avérée...

Les disparitions, de personnes identifiées ou non, font l'objet de recherches pour retrouver les corps, et d'investigations de police judiciaire. Dans certains cas, elles sont formellement confirmées ou infirmées, que cela apparaisse ou non dans les bilans établis qui ne sont pas nécessairement mis à jour et republiés.

Sources d'informations écrites :

Antoine Jean-Marc, Desailly Bertrand, Gazelle François (2001). Les crues meurtrières du Roussillon aux Cévennes, *Annales de Géographie* 110 (622), 597-623

Cérema (2021) - avec participation Université Montpellier 3, Generali, Cyprès. Victimologie liée aux inondations sur l'arc méditerranéen, rapport d'étude pour la MIAM - Mission interrégionale "Inondation Arc Méditerranée", 40 pages

CGEDD (2016). Propositions d'actions pour mieux gérer les inondations en zone méditerranéenne et limiter leurs conséquences, rapport n° 919664-01, 76 pages

Clavier Guillaume (2022). Elaboration d'une stratégie de communication basée sur les comportements à adopter en cas d'inondation, Rapport de stage de master 2 risques et environnement effectué à la DEAL de Guadeloupe, Université des Antilles, 76 pages

GSC Geosciences Consultants (1995). Etude de la vulnérabilité humaine face aux crues et inondations et critères pertinentes pour l'identification des sites concernés par le projet de loi, étude pour le Ministère de l'environnement (DPPR, Sous-direction de la prévention des pollutions et des risques), 59 pages + annexes

MEDDE Ministère de l'Ecologie, du développement durable et de l'Energie (2012). Tableau des événements naturels dommageables survenus en France de 1900 à 2012. Reproduit par Boissier Laurent (2013). La mortalité liée aux crues torrentielles dans le Sud de la France : une approche de la vulnérabilité humaine face à l'inondation, thèse de doctorat, Université Paul Valéry - Montpellier 3, 186 pages + annexes

MEDDE (2012). Première évaluation nationale des risques d'inondations - principaux résultats - EPRI 2011, 16 pages

En synthèse, sur 50 ans, de 1973 à 2022 inclus, ce sont 649 décès ou disparitions recensés, dont 65 dus à des phénomènes côtiers (53 pour la seule tempête Xynthia) et 584 à des phénomènes non côtiers, crues de cours d'eau, phénomènes de ruissellements ... En décomposant par décennies, on recense respectivement pour les inondations non côtières 58, 149, 152, 79, et 146 décès (146 pour la décennie 2013-2022).

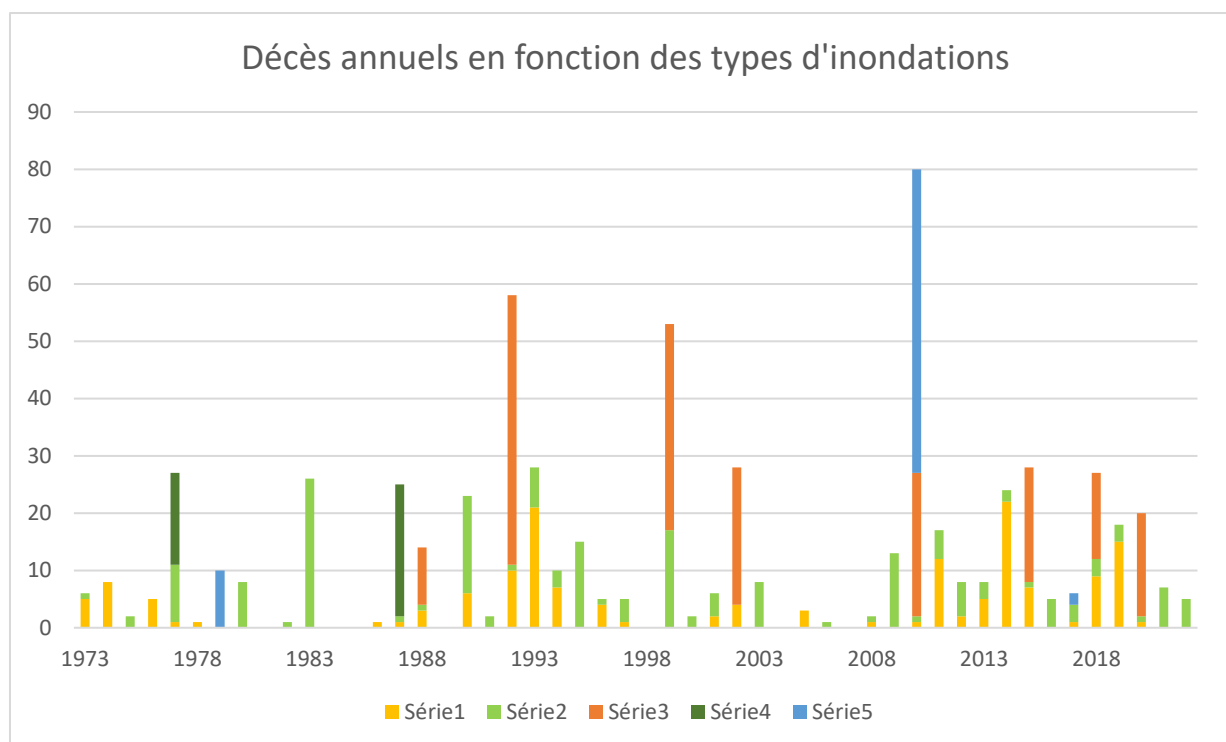
Ces chiffres concernant les événements « non côtiers » recouvrent en fait une grande variabilité de phénomènes intenses "meurtriers", une répartition variable au fil des décennies entre zone méditerranéenne (au sens des 12 départements pris en considération par la base de données actuelle Vict-In, cf. annexe 4) et reste de la France (respectivement 354 et 230 décès, 113 et 33 sur la dernière décennie), une variabilité de la répartition entre "grands" et "petits" événements (respectivement 234 et 350 décès), et une évolution marquée de différents éléments de la politique publique. Les chiffres « hors zone méditerranéenne » peuvent être surestimés de quelques unités au « détriment » de l'arc méditerranéen, quelques bilans listant un ensemble de départements de façon indistincte.

Si l'on raisonne sur les 25 dernières années, qui peuvent présenter des données plus accessibles, on note pour les événements non côtiers 223 décès dans l'arc méditerranéen pour 91 dans le reste

de la France (outre-mer compris, s'agissant strictement d'inondations), 138 décès lors de « grands événements » (10 décès ou plus) pour 176 décès dus aux événements « plus modestes ». Ces seuls nombres ne permettent pas en soi de tirer quelque conclusion que ce soit sur un éventuel effet du changement climatique.

Les incohérences ponctuelles et le manque d'information à l'échelle communale voire départementale, pour certains bilans pris en compte, illustre s'il en était besoin la difficulté intrinsèque à disposer de suivis et bilans exhaustifs, en l'absence d'un dispositif volontaire et cohérent.

Les graphiques qui suivent illustrent les successions de décès annuels liés à différents types d'événements.



Nombres annuels de décès et de disparitions dus aux inondations, en fonction du type d'événement

Série 1 : événements continentaux de l'arc méditerranéen causant chacun moins de 10 décès / disparitions

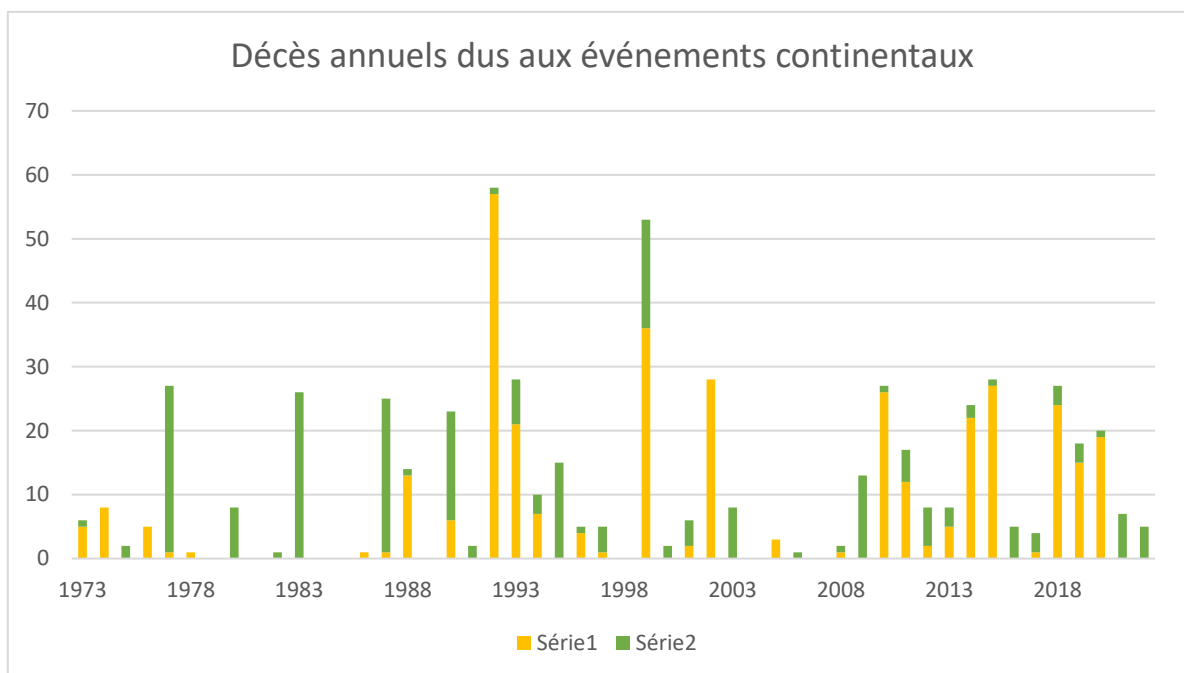
Série 2 : événements continentaux hors arc méditerranéen causant chacun moins de 10 décès / disparitions

Série 3 : événements continentaux de l'arc méditerranéen causant chacun 10 décès / disparitions ou plus

Série 4 : événements continentaux hors arc méditerranéen causant chacun 10 décès / disparitions ou plus

Série 5 : événements côtiers

On observe en particulier la grande irrégularité des bilans et des circonstances en termes d'aléas naturels, ainsi que le « poids » relatif des événements causant de nombreux décès, par rapport au bilan global.

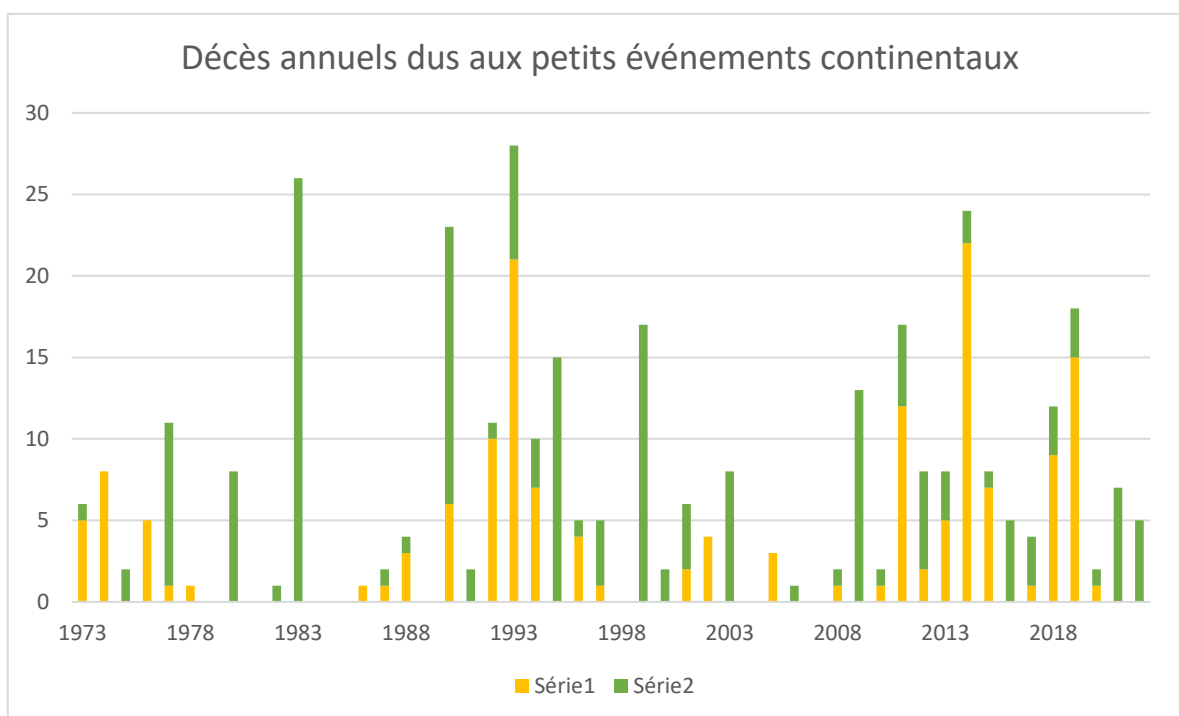


Nombres annuels de décès et de disparitions dus aux inondations, en fonction du type d'événement continental (hors événements côtiers)

Série 1 : événements continentaux de l'arc méditerranéen

Série 2 : événements continentaux hors arc méditerranéen

On observe en particulier à partir de 1992 le poids des événements sur 12 départements de l'arc méditerranéen, par rapport au reste du territoire national. On mentionne plus haut les facteurs qui limitent la représentativité de la comparaison directe entre les nombres.



Nombres annuels de décès et de disparitions dus aux inondations, en fonction du type d'événement continental (hors événements côtiers), pour les événements provoquant moins de 10 décès ou disparitions

Série 1 : événements continentaux de l'arc méditerranéen causant chacun moins de 10 décès / disparitions

Série 2 : événements continentaux hors arc méditerranéen causant chacun moins de 10 décès / disparitions

On observe ici la forte variabilité de ces cumuls de « petits » événements, prévisible pour les événements de plus grande ampleur, moins prévisible pour des événements qui sont a priori statistiquement plus « courants ».

Dates	Nature d'événement mentionnée	Secteurs	Victimes ou [victimes + disparus], par communes	Sources
01/03/30 au 04/03/30		Fleury 11	1	Antoine et al (2001)
02/03/30 et 03/03/30	Inondation de plaine	Moissac Montauban 82	> 200	MEDDE (2012)
11/09/33		Saint-Laurent-de-Cabrerisse 11	5	Antoine et al (2001)
26/09/33 et 27/09/33		Castelnaud-le-Lez 34	9	Antoine et al (2001)
26/09/33 et 27/09/33		Sauve Quissac Pujaut 30	8 (6 1 1)	Antoine et al (2001)
08/09/38 et 09/09/38		Caissargues 30	1	Antoine et al (2001)
17/10/40 16/10/40 au 20/10/40	Inondation de plaine	Vallée du Tech 66 Prats-de-Mollo Le Tech Corsavy Amélie-les-Bains Basse vallée du Tech Argelès Vernet-les-Bains	50 1 13 4 24 5 1 2 total 50	MEDDE (2012) Antoine et al (2001)
01/12/55 et 02/12/55		Vallée du Lez 34	3	Antoine et al (2001)
30/09/58 au 04/10/58	Inondation de plaine	30 34	35	MEDDE (2012)

30/09/58		Molières 30 Saint-Ambroix 30 Goudargues 30 Cendras 30 Alès 30 Ners 30 Anduze 30 Cardet 30 Tornac 30	1 3 4 2 2 18 5 2 1 total 38	Antoine et al (2001)
02/12/59	Crue Argens et rupture barrage Malpasset	Fréjus 83	423	MEDDE (2012)
15/09/70		Alès 30	1	Antoine et al (2001)
11/10/70		Carcassonne 11	1	Antoine et al (2001)
24/08/73	Crue torrentielle	Tournay 65	1	GSC (1995)
03/10/73	Crue torrentielle	Evenos 83	3	GSC (1995)
13/10/73	Ruissellement pluvial urbain	Antibes 06	2	CGEDD (2016)
24/09/74	Inondation de plaine	Corte 2B	8	MEDDE (2012)
09/08/75		Etretat Fecamp 76	2	GSC (1995)
12/09/76 et 13/09/76		Alès 30	1	Antoine et al (2001)
25/10/76	Crues torrentielles et coulée de boue	Aléria Venaco Vivario 2B	4 (2 1 1)	GSC (1995)
20/05/77 19/05/77	Crue torrentielle	Saint-Just-et-le-Bézu 11 Saint-Just Les-Isles-Cabardès 11	1 2 (1 1)	GSC (1995) Antoine et al (2001)

01/07/77	Crue torrentielle	Auch 32	5	GSC (1995)
08/07/77	Crue torrentielle	Isle-en-Dodon 31	5	GSC (1995)
08/07/77	Inondation de plaine	32	16	MEDDE (2012)
01/09/78		Saint-Symphorien-sous-Chomérac 07	1	GSC (1995)
16/10/79	Raz-de-marée	Nice 06	10	MEDDE (2012)
21/09/80	Inondation de plaine - MEDDE (2012) Crue torrentielle - GSC (1995)	Brives-Charensac 43	8	MEDDE (2012) GSC (1995)
21/12/82		Niort 79	1	GSC (1995)
01/03/83	Inondation de plaine	Nord-Pas-de-Calais	10	MEDDE (2012)
11/04/83		Dieulouard 54	2	GSC (1995)
11/04/83		Krautwiller 67	1	GSC (1995)
25/05/83	Crue lente	Faulquemont 57	1	GSC (1995)
28/05/83	Crue torrentielle	Arc-en-Barrois 52	1	GSC (1995)
28/05/83	Crue torrentielle	Mathay 25	1	GSC (1995)
06/06/83	Crue torrentielle	Fécamp Saint-Valéry-en-Caux 76	1	GSC (1995)
01/08/83	Crue torrentielle	Saint-Pée-sur-Nivelle 65	9	GSC (1995)
13/10/86	Crue torrentielle	Fitou 11	1	GSC (1995), Antoine et al (2001), CGEDD (2016)
14/07/87	Crue torrentielle	Grand Bornand 74	23	MEDDE (2012), GSC (1995)
05/10/87	Ruissellement pluvial urbain	Antibes 06	1	CGEDD (2016)

11/11/87		Omonville-la-Rogue 50	1	GSC (1995)
17/06/88	Crue torrentielle	Baynac 87	1	GSC (1995)
03/10/88	Inondation par ruissellement et coulée de boue	Nîmes 30	10 9 11	MEDDE (2012) GSC (1995) Antoine et al (2001)
12/10/88	Crue torrentielle et coulée de boue	Aiguèzes ? 7	2+1	GSC (1995)
15/02/90	Crue lente	Miribel 01	1	GSC (1995)
15/02/90		Rothau Schirmeck 67	3	GSC (1995)
15/02/90		Houssen Masevaux Guémar Bourbach-le-Bas Cernay 68	4+1	GSC (1995)
15/02/90		Belfort 90	1	GSC (1995)
15/02/90	Crue torrentielle	Ravoire 74	2	GSC (1995)
16/02/90		Guéméné-Penfao 44	1	GSC (1995)
16/02/90		Morevouro ?	1	GSC (1995)
16/02/90		Mousson ?	1	GSC (1995)
19/05/90	Crue torrentielle	Saint-Berthevin 53	2	GSC (1995)
17/10/90	Crue torrentielle	Villeneuve-Loubet 06 Cagnes-sur-Mer	2+3 1	GSC (1995) CGEDD (2016)
24/10/90	Crue torrentielle	Les Aires 34	1	GSC (1995)
01/11/91		Pont-du-Navoy 39	2	GSC (1995)

23/06/92	Crue torrentielle	Palaja 11	1	GSC (1995)
20/07/92	Crue torrentielle	Arraches 74	1	GSC (1995)
22/09/92	Inondation de plaine + Crue torrentielle GSC (1995)	Vaison-la-Romaine Aubignan 84 07 26 Buis les Baronnies 26	47 / 39+8 1	MEDDE (2012), GSC (1995) DREAL AURA
22/09/92	Crue torrentielle	Lalevade d'Ardèche Labégude 07	6 (2 4)	GSC (1995)
26/09/92 et 27/09/92	Inondations Crue torrentielle GSC (1995)	11 et 66 Rennes les Bains 11 Nyer 66 Théza 66	3 3 / 3 1+2 / 2 1 / 1 total 7 / 6	MEDDE (2012), CGEDD (2016) GSC (1995) / Antoine et al (2001)
06/07/93	Crue torrentielle	Jassans-Riottier 1	1 2	GSC (1995) DREAL AURA
06/07/93	Crue torrentielle	Rivolet 69	2	GSC (1995)
25/04/93	Crue torrentielle	La Martre 83	1	GSC (1995)
01/09/93 22/09/93 23/09/93 30/09/93	Inondation de plaine Crue torrentielle Ruissellement urbain et torrentiel Crue torrentielle	Provence-Alpes-Côte d'Azur La Tour d'Aigues 84 Rognac et Aix-en-Provence 13 Valréas Bollène 84	10 1 2 3	MEDDE (2012) GSC (1995) GSC (1995) GSC (1995)
24/09/93		Pont-Saint-Esprit 30	3	GSC (1995)
01/11/93	Crues torrentielles	Sainte-Lucie-de-Tallano 2A Sari-Solenzara 2A	1 2	GSC (1995)

		Solaro 2B	1	
		San-Pietro-di-Tenda 2B	1	
		Peggio-Mezzana 2B	1	
		Ghisonaccio 2B	1	
93	Crue lente	Volmunster 57	1	GSC (1995)
23/12/93	Crue Lente	Voncq 08	2	GSC (1995)
23/12/93	Crue lente	Givet 08	1	GSC (1995)
01/12/93 au 01/01/94	Inondation de plaine	Provence-Alpes-Côte d'Azur	10	MEDDE (2012)
07/01/94	Crue torrentielle	Venasque 84	1	GSC (1995)
94	Accident route, chute véhicule dans rivière	Florac 48	3	CGEDD (2016)
24/07/94	Crue torrentielle	Ucciani 2A	2	GSC (1995)
01/09/94		Buzeis 12	1	GSC (1995)
13/09/94	Crue torrentielle	Saint-Victoret 12	1	GSC (1995)
19/10/94	Crue lente	Lattes 34	1	GSC (1995)
05/11/94	Crue torrentielle	Oletta 2B	1	GSC (1995)
17/01/95 au 31/01/95	Inondations	Basse-Normandie, Bretagne, Ile-de-France	15	MEDDE (2012)
28/01/96 au 30/01/96	Inondation par ruissellement et coulée de boue	Puisserguier 34 Puisserguier 34 Puissalicon 34	4 3 1	MEDDE (2012) Antoine et al (2001)
24/05/96	Crue torrentielle	Ramel 43	1	DREAL AURA

28/12/01 au 04/01/02	Inondation de plaine	88	1	MEDDE (2012)
06/06/02 et 07/06/02	Inondation	38 26 73 26 vallée Ainan et 38 canton de Saint-Geoirs-en-Valdaine	1 2	MEDDE (2012) DREAL AURA (BDHI et presse)
08/09/02 au 12/09/02	Inondation de plaine	30	24	MEDDE (2012)
14/11/02 au 19/11/02	Inondation de plaine	26	1	MEDDE (2012)
23/11/02 au 29/11/02	Inondation de plaine	84	1	MEDDE (2012)
10/12/02 au 12/12/02	Inondation de plaine, par crue torrentielle, ruissellement urbain	34 30	2	MEDDE (2012)
03/02/03 et 04/02/03	Inondation de plaine et ruissellement	81	1	MEDDE (2012)
01/12/03 au 10/12/03 03/12/03	Inondations de plaine, par ruissellement, crue torrentielle	03-04-05-07-11-12-13-15-18-26-30-30-34-38-42-43-45-46-48-58-63-69-71-81-82-84 48 26 et 38	7 1 0	MEDDE (2012) CGEDD (2016) DREAL AURA
27/06/05	???	Cagnes-sur-Mer 06	1	CGEDD (2016)
05/09/05 au 09/09/05	Inondation par ruissellement urbain, crue torrentielle	06 11 13 2A 2B 30 34 83	2	MEDDE (2012)
05 ou 06	???	48	1	CGEDD (2016)
11/09/08	Inondation par ruissellement et coulée de boue	Villers-Plouich 59	1	DREAL HdF/SPC
14/12/08 au 17/12/08	Inondation, submersion marine	06 13 83 84	1	MEDDE (2012)

24/01/09 au 27/01/09	Tempête, inondations, chocs mécaniques liés à l'action des vagues, mouvement de terrain	11 31 32 33 40 47 64 65 66	11	MEDDE (2012)
04/05/09 et 05/05/09	Inondation	Saint-Esprit, Sainte-Marie 972	2 (1 1)	Clavier (2022)
27/02/10 et 28/02/10	Tempête, inondations, chocs mécaniques liés à l'action des vagues	85 17 79 86	53	MEDDE (2012), BDHI
14/06/10 au 16/06/10	Inondations par crue torrentielle, ruissellement, crues de rivières	83	23+2 25	CEREMA (2021), CGEDD (2016), BDHI MEDDE (2012)
10/10/10 et 11/10/10		66	1	CEREMA (2021)
15/11/10	???	Antibes 06	1	CGEDD (2016)
2011		Guadeloupe 971	4	CGEDD 2012 (les inondations de l'agglomération pontoise en Guadeloupe)
04/01/11	Passage à gué	Les Abymes 971	5	Clavier (2022)
14/03/11 au 17/03/11	Inondations par crue, ruissellement	11 34 81	2	MEDDE (2012)
14/03/11 au 17/03/11		Bages Villeneuve-de-la-Raho 66 Pollestres, Villeneuve de la Raho	2 2 (1 1)	CEREMA (2021) CGEDD (2016)
08/06/11		Rouret 06	1	CEREMA (2021)
01/11/11 au 09/11/11	Inondations par crue, ruissellement, submersion marine, mouvements de terrain	83 06 34 30 13 2A 2B ...	6	MEDDE (2012)
04/11/11		Bassin Hérault 34	1	CEREMA (2021)
05/11/11		Bagnol-en-Forêt 83	2	CEREMA (2021), CGEDD (2016)
07/11/11		Nefiach 66	1	

07/11/11 09/11/11		Serre-sur-Arget 09 Castagnies 06	1 1	CEREMA (2021), CGEDD (2016) CEREMA (2021) CEREMA (2021)
04/12/11		Lézignan-la-Cèbe 34	1	CGEDD (2016)
21/05/12 et 22/05/12	Inondations par ruissellement	54 57 67	1	MEDDE (2012), DREAL GE
10/12		Guadeloupe 971	4	CGEDD 2012 (les inondations de l'agglomération pontoise en Guadeloupe)
13/10/12	Passage à gué	Saint-Claude 971	1	Clavier (2022)
26/10/12 et 27/10/12	Inondations par crue, ruissellement canal écoulement eaux de pluie	06 13 83 La Garde 83	2 2	MEDDE (2012) CGEDD (2016), CEREMA (2021)
27/10/12 au 04/11/12	Inondations par crue, ruissellement	62	1	MEDDE (2012)
06/03/13		Pollestre 66	1	CGEDD (2016), CEREMA (20221), BDHI
05/03/13 au 07/03/13	Surcote marine et coup de mer	Gruissan 11	1	BDHI
10/03/13		83	1	CEREMA (2021)
24/03/13		Portiragnes 34	1	CEREMA (2021)
30/04/13	pas d'info sur crue, ni sur décès	Saint-Rambert-d'Albon 26	0+1 0	CEREMA (2021) DREAL AURA
18/06/13		Luz Saint Sauveur 65	1	CEREMA (2021), BDHI, DREAL Occ

18/06/13		Pierrefitte Nestalas 65	1	CEREMA (2021), BDHI, DREAL Occ
19/06/13		Peyrehorade 40	1	CEREMA (2021), BDHI, DREAL Occ
18/01/14 et 19/01/14 19/01/14		83 Lalonde les Maures et Pierrefeu 83	2 3	CGEDD (2016) CEREMA (2021), BDHI
13/06/14		entre Lourdes et Bagnères de Bigorre 65	1	CEREMA (2021)
16/09/14 17/09/14 et 18/09/14		34 11 Lamalou-les-Bains 34	5 4	CEREMA (2021), BDHI CGEDD (2016)
17/09/14		Saint-Laurent-le-Minier 30	1	CGEDD (2016), BDHI
19/09/14		Bandol 83 83	1	CGEDD (2016) CEREMA (2021)
10/10/14 09/10/14 au 14/10/14		Mialet 30 30	1 1	CGEDD (2016) CEREMA (2021)
03/11/14 et 04/11/14	Coulée de boue	Saint-Blaise 06	1	CEREMA (2021)
09/11/2014	???	Castagniers 06	1	CGEDD (2016)
14/11/14 et 15/11/14		Peyremales Cruviers-Lascours 30 Cruviers Lascours, Saint Césaire de Gauzignan, Peyremale 30	4 (1 3) 4	CGEDD (2016) CEREMA (2021)
14/11/14	Coulée de boue	Villefort Pied-de-Borne 48	1	CEREMA (2021), CGEDD (2016)
11/14 24/11/14		La Londe, Collobrières, Hyères... 83	5 5 (3 1 1)	CGEDD (2016) CEREMA (2021)

		La Londes Les Maures, Hyères, Cogolin 83		
30/11/14 27/11/14		Rivesaltes 66	1	CGEDD (2016) CEREMA (2021), BDHI
03/15 17/03/15	???	2B Oletta, Biguglia 2B	4 (dont 1 qques jours après autres) 3	CGEDD (2016) CEREMA (2021)
10/06/15		Saint Paul de Fenouillet 66	1	CEREMA (2021)
23/08/15		Saint André de Sangonis 34	2	CEREMA (2021)
31/08/15	??? voiture écrasée par arbre (impact de l'inondation non spécifié)	Montauban 82	1	CEREMA (2021)
03/10/15		Antibes Biot Cannes Le Cannet Mandelieu Mougins Vallauris 06	20 (1 3 3 1 8 1 3)	CEREMA (2021), BDHI
29/05/16 au 06/06/16 31/05/16 au 02/06/16	Crues rivières (Loing, Vernisson et Yerres, dans bassin Seine: 1 cas à causalité inondation pas claire)	Souppes-sur-Loing 77, Montargis 45, Evry-Grégy-sur-Yerre 77 Montargis 45	3 1	DRIEAT et presse DREAL CVL et presse
06/06/16	Passage à gué en crue	Saint-Joseph 972	1	Clavier (2022)
08/06/16	Voiture sur route inondée par ruissellement	Mondicourt 62	1	DREAL HdF/SPC
23/01/17		Porto Vecchio 2A	1	CEREMA (2021)

04/03/17	Emportement par vague, sur chemin en bord de mer, en situation de mer très agitée	Marseille 13	2	CEREMA (2021)
13/06/17	Effondrement chaussée par rivière suite à orage	Le Brignon 43	1	DREAL CVL et presse, DREAL AURA
28/12/17 au 30/12/17 et 04/01/28 05/01/18	Crue torrentielle	vallée Breda et Crets-en-Belledonne 38	2	DREAL AURA
01/01/18 au 26/02/18	Crues cours d'eau bassin Seine (intoxication monoxyde carbone par groupe électrogène, suite à inondation maison)	Villeneuve-Saint-Georges (94)	1	DRIEAT
05/01/18	Disparu retrouvé dans Aube en crue	Rouvres-sur-Aube 52	1	DREAL GE
21/01/18	Chute/suicide dans Bruche en crue	Molsheim 67	1	DREAL GE
01/08/18		Soccia 2A	4+1	CEREMA (2021)
05/08/18	Arbre tombé sur tente, lors de violent orage	Rohegude 30	1	CEREMA (2021)
10/10/18		Sainte Maxime 83	2	CEREMA (2021)
15/10/18		Trèbes Villegailhenc Villalier Villardonnelle Carcassonne Saint-Couat-d'Aude 11	14 (6 3 2 1 1 1) 15 (6 4 2 1 1 1)	CEREMA (2021) Source: contacts avec les municipalités
01/11/18		Saint Antonin 83	1	CEREMA (2021)
06/09/19 au 08/09/19	Passage à gué	Le Marigot 972	3	Clavier (2022)

22/10/19 et 23/10/19		34	1	CEREMA (2021)
22/11/19 au 24/11/19	Un décès à Saint-Antonin dont la causalité inondation est a priori à écarter	Saint Maximin, Saint Antonin du Var, Le Muy, Cabasse, Tanneron 83	6 (1 1 1 1 2)	CEREMA (2021) Interrogations sur la causalité du décès à Saint-Antonin (source: contacts avec les municipalités)
01/12/19		Fréjus, Saint Paul en Forêt, Grimaud 83	6 (1 1 1 3)	CEREMA (2021)
01/12/19		Mandelieu 06	1	CEREMA (2021)
01/12/19		bassin Largue près Manosque 04	1	CEREMA (2021)
08/02/20	Voiture emportée par débordement de l'Oise	Manicamp 02	1	DREAL HdF/SPC
19/09/20		30	0+1	CEREMA (2021)
02/10/20		06	10+8	CEREMA (2021)
01/02/21	Débordement cours d'eau	Berlaimont 59	1	DREAL HdF/SPC
03/02/21 et 04/02/21	Débordement cours d'eau	Petit-Bourg 971	2	Clavier (2022)
10/05/21 et 11/05/21	Crués cours d'eau (passage à gué sur Dolon)	Pays viennois et roussillonnais 38	1	DREAL AURA
12/05/21	Franchissement route inondée	Ramasse 01	1	DREAL AURA
21/06/21	Débordement du Thérain	Beauvais 60	1	DREAL HdF/SPC
29/11/21	Noyade suite à chute dans cave inondée	Borre 59	1	DREAL HdF/SPC
29/04/22 et 30/04/22	Pluies	Pointe-à -Pitre, les Abymes, le Gosier 971	2+1	presse

30/04/02	Franchissement secteur inondé en voiture	Les Abymes 971	2	Clavier (2022)
04/06/22	Orages, ruissellement	Rouen 76	1	presse
16/09/22 au 17/09/22	Inondations lors de tempête Fiona	Basse-Terre 971	1	presse, Clavier (2022)

4 Annexe 4 : Synthèse rapide de travaux scientifiques et techniques relatifs aux circonstances des décès dus aux inondations (note IGEDD)

La présente note a été établie pour alimenter les travaux de la mission IGEDD IGA relative aux circonstances des décès dus aux inondations en synthétisant un ensemble de résultats de travaux scientifiques et techniques. Elle est contingente à l'objet et aux objectifs de la mission, et ne prétend en rien à l'exhaustivité ni des sources prises en compte, ni des résultats présentés. Une telle synthèse ne peut en particulier pas rendre compte du détail des cadres et limites des investigations menées, propres à chaque étude scientifique ou technique : types de décès considérés, caractéristiques des événements d'inondations, informations recueillies, hypothèses et classifications sur différents paramètres... Pour autant, se dégagent un certain nombre d'enjeux et de problématiques partagés, au-delà de la diversité des travaux et des événements dont ils rendent compte.

4.1 Les enjeux

La réduction des pertes de vie est un objectif phare mis en avant par les politiques de gestion des risques d'inondation, à côté de la réduction des autres impacts, qu'ils soient matériels, économiques, sociaux, environnementaux ou patrimoniaux. Il s'agit notamment du premier objectif mis en avant dans la stratégie nationale de gestion de ces risques. Un rapport du CGEDD de 2016, recommandant des actions relatives aux inondations méditerranéennes, proposait de mettre en avant plus explicitement un objectif "zéro mort évitable".

Pour illustrer la sensibilité des décès dus aux inondations, on peut par exemple rappeler que les événements de mars 1930 dans le Sud-Ouest, qui ont fait 230 victimes, ont conduit à l'instauration de la première journée de deuil national en France (Boudou 2015). En octobre 1988, les inondations à Nîmes ont conduit à une dizaine de décès, nombre en contraste avec la perception de la violence de l'événement. Des rumeurs tenaces faisaient état de dizaines, voire de 200 victimes (Duclos et al 1991). Enfin, les inondations meurtrières de 2010, notamment la tempête Xynthia sur le littoral ouest et les inondations rapides dans le département du Var, ont conduit à l'élaboration et au développement du plan national submersion rapide, dont le déploiement se poursuit dans le cadre des stratégies nationales de gestion du risque d'inondation.

Malgré cette sensibilité politique et sociale, relativement peu de travaux scientifiques et techniques ont été spécifiquement dédiés à la compréhension des circonstances des décès, en comparaison des travaux conduits sur les aléas, les dommages matériels ou sur les différents volets des politiques. En 1995, on ne trouvait quasiment que quelques publications scientifiques sur les décès en pays en développement, ou sur les décès aux échelles régionales dans les contextes industrialisés (GSC 1995). Plus récemment, a contrario, pas ou peu de travaux scientifiques traitent des décès dans le contexte des pays en développement (Petrucci 2020), les résultats disponibles se concentrant sur les pays plus aisés.

Comme cela sera illustré plus loin, les décès dus aux inondations représentent des situations et circonstances très hétérogènes et variées, y compris le cas échéant à l'échelle d'un événement et d'un territoire, au point que les définitions et périmètres de ces décès varient selon les travaux institutionnels, techniques ou scientifiques à l'origine des estimations quantitatives. Pour autant, il est utile de cerner même approximativement les enjeux humains les plus sensibles des inondations de divers types.

L'agence européenne de l'environnement a ainsi établi des estimations pour les 32 pays concernés sur la période 1980 à 2020, pour les événements météorologiques et climatiques. Sur cette période, les inondations constituent les causes d'entre 5 000 et 6 000 décès (European Environmental

Agency 2021), soit une moyenne annuelle comprise entre 125 et 150.

Paprotny et al (2018) ont établi une synthèse plus large, mais vraisemblablement moins exhaustive, sur 37 pays européens de 1870 à 2016. Hors périodes récentes, il y a tout lieu de penser que les « petits » événements sont sous-représentés, a contrario les « grands » événements sont documentés dans une diversité de sources. On peut tirer divers éléments de cette synthèse, malgré ces limites, établis sur la base de plus de 1500 événements dommageables et d'informations sur les surfaces inondables (considérées comme constantes) :

- plus de la moitié des événements dommageables concernent l'Italie (36%), l'Espagne (15%) et la France (10%), mais dans ces pays on observe une bonne couverture des "petits événements", ces pays regroupant moins d'un tiers des populations exposées ;
- moins de 10% du territoire européen est exposé à des inondations par des crues ou à des submersions marines ;
- on observe une tendance à l'augmentation des surfaces inondées et des personnes concernées, une tendance à la baisse sur le nombre de décès (une baisse significative depuis 1950), pas de tendance significative sur les impacts financiers ; en essayant de corriger les biais des données, cela tempère l'augmentation du nombre de personnes concernées, et conduit à considérer une baisse des pertes financières ;
- depuis 1879, les pourcentages de populations et de richesse exposées dans les emprises d'événements centennaux ont légèrement baissé pour les crues fluviales et augmenté pour les inondations marines; par contre, contrairement à la majorité des pays, l'exposition relative a augmenté en France, en Allemagne, en Autriche, en Hongrie, en Italie, en Islande et aux Pays-Bas.

En France, les informations du ministère en charge de l'environnement font état des expositions suivantes :

- 17,1 millions d'habitants permanents exposés aux différentes conséquences des inondations par débordement de cours d'eau, dont 16,8 millions en métropole ;
- 1,4 million d'habitants exposés au risque de submersion marine, avec 20% des habitations exposées aux submersions marines qui sont de plain-pied.

Les dénombrements de synthèse des victimes en France, qui portent a priori sur des décès immédiats en regard de l'événement, sont anciens ou géographiquement partiels :

- pour la métropole, sur la période de 1970 à janvier 1995 inclus, GSC (1995) estime un nombre de 230 décès, surtout localisés dans le Sud et en montagne, soit moins de 10 en moyenne par an ;
- le CEREMA (2021) a dénombré les décès sur 30 ans, en estimant un total de 480 décès, dont plus de 60% sur l'arc méditerranéen ; de 2010 à 2020, seule l'année 2016 n'a pas présenté de cas de décès dû aux inondations sur cet arc méditerranéen : environ 40 inondations ont provoqué 150 décès (environ autant que de décès que les 20 années précédentes, et deux fois plus d'événements meurtriers) soit 15 par an ; cela illustre une relative concentration sur la zone méditerranéenne en regard des superficies concernées, et l'irrégularité au fil du temps ;
- Antoine et al (2001) ont analysé 66 crues meurtrières de 1316 à 1999 sur le Languedoc et le Roussillon globalement, dénombrant un millier de victimes ; 83% des 94 communes touchées par des crues meurtrières n'ont été touchées que par un événement meurtrier, alors que les noyaux urbains d'Alès, Nîmes, Montpellier, Carcassonne et Limoux ont connu entre 3 et 10 événements meurtriers sur presque 7 siècles ;

- dans le cadre du présent rapport, l'annexe 3 présente une tentative de recensement des cas de décès à partir de différentes sources de synthèse, validée auprès des services de bassin pour les événements survenus depuis 2010 ; sur 50 ans, de 1973 à 2022 inclus, ce sont 649 décès recensés, dont 65 dus à des phénomènes côtiers (53 pour Xynthia) ; en décomposant par décennies, ce sont respectivement pour les inondations non côtières 58, 149, 152, 79, et 146 décès (pour la décennie 2013-2022, soit 15 par an) ; ces chiffres recouvrent en fait une grande variabilité de phénomènes intenses "meurtriers", une répartition variable entre zone méditerranéenne et reste de la France, une variabilité de la répartition entre "grands" et "petits" événements, et une évolution marquée de différents éléments de la politique publique.

4.2 Définir et caractériser les décès

On peut considérer que la définition synthétique de ce qu'est un décès dû à une inondation fait relativement consensus dans la littérature scientifique et technique : « un décès qui ne serait pas intervenu en l'absence de l'événement d'inondation » (Jonkman et Kelman 2005), l'inondation étant elle-même une « submersion temporaire, par l'eau, de terres qui ne sont pas submergées en temps normal, quelle qu'en soit l'origine » (<https://www.gouvernement.fr/risques/inondation>).

Lorsque l'on veut préciser les choses et caractériser plus avant ce que sont de tels décès, la complexité se révèle et le consensus est moins manifeste. On peut en particulier distinguer les décès directs (liés aux effets de la submersion et de la présence d'eau) ou indirects (distinction discutée par Jonkman et Kelman 2005, et reconnue généralement comme pouvant être complexe), et les décès immédiats ou différés. Le tableau qui suit est notamment inspiré de Vinet et al (2016), et Vinet (2018) :

Décès dus aux inondations	immédiats (inondation et actions de secours, de nettoyage...)	différés
directs	exemples : noyade, hypothermie, blessures physiques incertitudes sur l'identification : faibles	exemples : suites de blessure survenue pendant l'inondation incertitudes sur l'identification : élevées
indirects	exemples : crise cardiaque, blessures lors des opérations de secours ou de nettoyage (intoxications au monoxyde de carbone dans des sous-sols), crash d'hélicoptère mobilisé dans les opérations de secours incertitudes sur l'identification : moyennes	exemples : décès suite à des problèmes de santé aggravés par le stress de l'événement ou l'interruption de traitement médical incertitudes sur l'identification : très élevées

Tableau A4.1 : caractérisation des décès dus aux inondations

Dans un certain nombre de cas, il est complexe d'identifier les causes cliniques d'un décès, ou plus généralement le déroulement clinique, en l'absence de témoignages directs : la noyade est-elle la conséquence d'un état d'hypothermie, par exemple ? Des travaux font état de fortes majorité de décès par noyades, par exemple de l'ordre des deux tiers (Vinet 2018).

De surcroît, un certain nombre d'inondations sont concomitantes d'autres aléas naturels : cyclone,

tempête, mouvement de terrain ... et en l'absence de témoignage direct sur les circonstances d'un décès, le lien avec les différents facteurs d'aléa naturel n'est pas forcément déterminable. De surcroît, la compréhension des circonstances peut se compliquer du fait que deux aléas se manifestant de façon concomitante peuvent appeler respectivement des comportements « opposés » dans certaines circonstances et certains lieux : se calfeutrer chez soi en cas de tempête de vent mais évacuer face à une inondation affectant toutes les surfaces d'un bâtiment, voire sa résistance structurelle.

On ne donnera qu'un exemple particulier de la complexité à distinguer parfois un décès direct d'un décès indirect. Les investigations et synthèses rapportent des cas – rares - de suicides consécutifs à une inondation, il peut être difficile de qualifier le lien entre la catastrophe et l'acte de la victime, sauf cas particuliers. De surcroît, comme on l'aborde plus loin, les inondations ont des impacts avérés en matière de santé mentale, se manifestant dans la durée.

Les conséquences humaines de l'ouragan Katrina, événement d'une intensité toute particulière qui a eu un impact majeur sur un territoire important, se sont traduits par de très nombreuses victimes, (plus de 1400 quelles que soient les estimations précises) aussi bien par noyade, que par isolement dans des bâtiments en zone inondée (faim, déshydratation), ou par suite de ruptures de services vitaux hors zone inondée (Boyd 2011). Ainsi on dénombre 500 décès post-évacuation.

Pour ce qui concerne le caractère immédiat ou différé, l'Organisation des Nations Unies recommande de ne pas comptabiliser les décès intervenus plus de quatre semaines après un événement (UNISDR – United Nations Office for Disaster Risk Reduction (2017): Technical Guidance for Monitoring and Reporting on Progress in Achieving the Global Targets of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction).

Pour autant, les effets létaux différés des inondations sont largement documentés de façon qualitative au moins, à défaut d'être significativement quantifiés, de même que les effets non létaux sur la santé :

- aggravations de maladies chroniques, exacerbation de troubles cardiaques, cardiomyopathie de stress (Takotsubo), aggravations ou émergence de maladies mentales, détresses psychologiques, angoisses, maladies gastro-intestinales, effets d'interruptions de soins médicaux (Vinet et al 2011, Aldermann et al 2012, Berry et al 2014) ;
- suite à l'inondation de Nîmes en 1988, sur 108 foyers enquêtés, 32% ont fait état de problèmes de santé qu'ils lient à l'inondation, et parmi eux plus de la moitié mentionne des problèmes de stress, d'anxiété, d'insomnie... (Duclos et al 1991) ;
- dans le contexte français, nous n'avons pas trouvé mention de maladies infectieuses liées au contact avec l'eau (Duclos et al 1991, Vinet et al 2011) ;
- Mantey et al (2012) ont étudié les mortalités induites en comparant 3 EHPAD : contrairement aux 2 établissements impactés sans évacuation de chambres ou sans évacuation hors du bâtiment, dans celui qui a été évacué dans un autre établissement, on observe à assez court terme une surmortalité d'un facteur 3 par rapport à la mortalité prévisible.

Quelques travaux conduits sur des événements d'ouragan ou sur les suites de Fukushima montrent les impacts significatifs sur la mortalité de l'évacuation de maisons de retraite (Dostal 2014, Nomura et al 2013, Yasumura 2014).

Les effets à long terme sont encore insuffisamment compris. Jonkman et Kelman (2005) et Alderman et al (2012) ont passé en revue des études de morbidité et de mortalité différées, concernant la population impactée voire les sauveteurs :

- observation d'augmentation de taux de mortalité de 50% au sein de la population touchée,

au cours de l'année qui a suivi l'inondation (données sur Bristol en 1968, faisant écho à des observations comparables sur d'autres événements au Royaume-Uni dans les années 50) ; sur d'autres événements comme Nîmes en 1988 (Duclos et al 1991), cette augmentation n'a pas été observée ;

- détresse psychologique encore deux ans après l'inondation, à des taux de prévalence de 8 à 53% ; les femmes apparaissent plus touchées.

Les impacts psychologiques se manifestent de façon importante (Alderman et al 2012), à différentes échelles de temps, et peuvent contribuer à des décès différés qu'il est extrêmement difficile « d'attribuer » aux inondations. Suite à des événements survenus en Angleterre, on a observé de 2 à 5 fois plus de problèmes de santé mentale parmi les personnes dont l'habitation a été inondée, en particulier lorsque le niveau habité a été inondé. Par ailleurs, une enquête a identifié 35% des personnes interrogées en situation de dépression, 28% en situation de trouble de stress post-traumatique, plus de 24 % en situation d'anxiété. Il ne s'agit ni de généraliser ni de transposer ces résultats à d'autres événements ou d'autres territoires, mais d'illustrer l'importance de ces impacts trop peu étudiés.

Pour la suite, on se concentrera sur les décès immédiats, et principalement directs, en regard des difficultés inhérentes à la qualification de certains décès indirects.

4.3 Sources d'information et bases de données

On évoque plus loin, en partie 3.5, le nombre et la diversité des facteurs qui peuvent jouer un rôle dans la survenue de décès lors d'inondations, et que l'on peut être amené à mobiliser pour décrire les circonstances de ces décès avant d'essayer d'en comprendre des déterminants. Ces facteurs relèvent de plusieurs ensembles très différents :

- les éléments caractérisant physiquement les conditions d'inondation dans le lieu du décès ou de l'accident / incident ayant entraîné le décès et la dynamique des phénomènes (montée de crue rapide ou non...) ;
- les conditions météorologiques locales (forte pluie localement, tempête concomitante...) et la luminosité ;
- les éléments caractérisant le lieu du décès ou de l'accident / incident ayant entraîné le décès, la situation par rapport à la submersion et l'activité ou le déplacement de la victime (présence dans un bâtiment au sous-sol, dans un étage de surface inondé, dans un étage non inondé..., déplacement en véhicule ou à pied, ...)
- les éléments caractérisant la victime dans ses dimensions physiques, médicales, cognitives, sociales... ;
- le jour et l'heure des faits ;
- les actions collectives ou de tiers, qu'il s'agisse d'alerte, de transmission de consignes, de secours apportés par des services ou par des particuliers... ;
- les éléments de comportement entre la première information relative au risque et le décès.

L'accès à de telles informations sera possible, plus ou moins difficilement, par exemple selon la violence et la variabilité spatiale des conditions d'écoulement, selon la disponibilité ou non de témoignages directs, selon le recueil et la conservation effectifs des informations suite à un événement, selon la capacité à conduire des investigations détaillées a posteriori.

Les sources d'informations et bases de données que l'on évoque ci-dessous concernent, selon le cas, la seule identification (et donc le dénombrement) des victimes, ou une description plus

poussée des circonstances.

4.3.1 Aperçu de bases de données sur les décès dus aux inondations

On synthétise ici quelques informations permettant d'appréhender un panorama de bases de données existantes, sans entrer dans le détail des informations figurant dans ces bases. Il s'agit avant tout d'illustrer les logiques mises en œuvre. On ne reprend pas ici des études et synthèses, qui dans certains cas peuvent inclure une description d'un certain nombre de décès sur plusieurs événements.

Il faut mentionner que, en raison de la difficulté intrinsèque à recueillir un certain nombre de données et informations, le degré de « remplissage » très variable des différents champs d'une base est presque aussi signifiant que la structure de cette base. Par ailleurs, la question de la transférabilité de résultats entre régions et contextes peut être très discutable, en regard de la complexité des configurations de circonstances de décès. Cela étant, certaines « régularités » ou « ressemblances » entre événements ou contextes régionaux / nationaux sont de nature à conforter les observations qui sont faites sur chaque périmètre.

En France

En France, on compte actuellement deux bases de données d'une certaine représentativité, la BDHI et Vict-In.

La Base de Données Historiques sur les Inondations (BDHI) recense des informations sur les principales inondations ayant entraîné des dommages importants sur le territoire métropolitain et ultra-marin, depuis le Moyen-âge jusqu'à aujourd'hui. En particulier, elle n'inclut pas nécessairement des décès « isolés » résultant d'événements plus ponctuels. Cette base intègre progressivement les anciens événements. Sélectionnés à partir de la gravité des impacts, les événements qui y sont inventoriés et décrits traitent de différents types d'inondations tels que les débordements de cours d'eau, les ruissellements, les remontées de nappe, les submersions marines, etc. Pour chaque événement la base met à disposition les données sur les phénomènes physiques mais également la description des impacts humains, socio-économiques, environnementaux et culturels, ainsi que la description de la gestion et des suites de l'événement. Les décès y sont diversement documentés, sous des formats variables, se limitant à un dénombrement global, ou pouvant détailler un tout petit peu les circonstances comme pour les inondations des 3 et 4 octobre 2015 dans les Alpes-Maritimes par exemple :

- 9 morts dans les parkings souterrains
- 4 morts dans leur véhicule
- 3 morts dans une maison de retraite
- 1 mort dans un camping
- 3 morts à pied en tentant de fuir.

La base de données Vict-In est développée au sein de l'Université de Montpellier, au fil de travaux scientifiques, conduits ou encadrés par Freddy Vinet (voir notamment Boissier 2013, Vinet et al 2016, Vinet et al 2022). Elle porte sur les décès directs immédiats, pour lesquels un lien avec l'inondation peut être établi, à partir de 1980 et non antérieurement, en raison notamment de la difficulté à reconstituer des circonstances plus anciennes, ainsi que l'importance de l'évolution de facteurs comme les caractéristiques des bâtiments ou des véhicules.

Constituée initialement sur 10 puis 12 départements de l'arc méditerranéen dans le périmètre compris entre Pyrénées Orientales, Ardèche-Drôme, Alpes-Maritimes et Corse (incluant également Aude, Bouches-du-Rhône, Gard, Hérault, Vaucluse), pour la période 1988-2011, Vict-In s'est

élargie :

- en remontant autant que possible jusqu'à l'année 1980 ;
- en complétant au fur et à mesure des informations collectées dans un premier temps par des sources facilement disponibles (presse, rapports...), en prenant des contacts au plus près du terrain et notamment auprès des services de secours, des municipalités, voire des voisinages ; cette consolidation utilise toutes les sources d'information disponibles, en levant autant que possible les contradictions ou incohérences ; l'ouverture récente de la base de données des décès de l'INSEE permet notamment d'aller plus loin dans la validation et le recoupement d'informations ;
- et avec la perspective actuelle d'étendre progressivement au reste de la métropole.

A ce jour, 328 décès sont enregistrés dans la base (Vinet et al 2022), avec des détails de description variables portant sur une série de paramètres relatifs au profil des personnes (renseignés à 90 - 95%), aux circonstances et lieux (renseignés à 70 - 90%; hors hauteur d'eau renseignée pour 20 cas), aux comportements (très diversement renseignés, avec parfois des contradictions qui ne peuvent être levées). Ce nombre correspond, à quelques unités près, au recensement établi en annexe 3 pour le même périmètre et la même période (333). La structure de la base Vict-In est très proche de celle de la base de données euro-méditerranéenne FFEM-DB (cf plus loin), Freddy Vinet continuant à la faire évoluer en cohérence.

Des extensions de Vict-In sont envisagées et engagées sur différents aspects comme l'existence de PCS, zonages et règles PPRI, comme la situation de vigilance au moment du décès...

Exemples dans d'autres pays

En Italie, une base de données regroupe des données sur les victimes d'inondations (notamment) et les circonstances des décès depuis 1965 (Salvati et al 2018), et en Grèce, depuis 1960 (Diakakis et al 2019 et 2021).

Un certain nombre de travaux de recherche utilisent la base de données « Storm Data » mise en place aux États-Unis (National Weather Service 2007, Ashley et Ashley 2008, Bryant 2021). Cette base prend en compte une grande variété de types d'inondations continentales et littorales, pour des événements qui ont une intensité suffisante pour causer des décès, des blessures, des dommages matériels significatifs ou des perturbations. Cette base regroupe des informations diverses relatives à plusieurs milliers de décès et leurs circonstances depuis 1959, ainsi que des informations narratives.

Bases de données transnationales

Saint-Martin (2018) propose un panorama d'un certain nombre de bases de données incluant des informations sur les décès dus aux inondations et couvrant plusieurs pays :

- EM-DAT qui rapporte des nombres de personnes décédées, globalement sur un pays ou une région, en considérant les événements à partir de 9 victimes ;
- NatCat (Munich Re) qui vise tous les événements conduisant à des décès ou dommages à partir de données d'assurance, et qui soulève des difficultés d'accès et d'exploitation ;
- Sigma (Swiss Re), qui donne des valeurs agrégées par pays, avec un accès limité ;
- Dartmouth Flood Observatory, qui fournit des valeurs totales à l'échelle mondiale depuis 1985, d'une façon qui ne semble ni uniforme ni exhaustive ;

- HANZE-Events qui rend compte d'événements européens, mais au-dessus de certains seuils d'impacts ;
- Social impact database (projet de recherche Hymex) qui concerne l'espace méditerranéen de 1981 à 2010 et présente des données régionales sans localisation précise.

On peut ajouter à cela la base CatNat d'Ubyrisk, qui recense depuis 2001 des événements à l'échelle mondiale avec les nombres de victimes.

Ces différentes bases ne permettent pas d'analyser les circonstances des décès, contrairement à la base euro-méditerranéenne FFEM-DB qui est actuellement développée par des équipes de recherche (Papagiannaki et al 2022), et qui pour ce qui concerne la France inclut des données de Vict-In (cf plus haut).

Cette base intègre 2875 cas de décès liés à des événements pluvieux, dans 12 territoires dont 9 correspondent à des territoires nationaux, de 1980 à 2020. Elle regroupe des bases de données scientifiques préexistantes, et à présent des données recueillies spécifiquement dans ce cadre par les partenaires. Les données standardisées permettent aux scientifiques de travailler sur les circonstances de décès en analysant les facteurs démographiques, comportementaux, situationnels. Les données sont régulièrement mises à jour et étendues, disponibles publiquement, anonymisées. En termes de niveau de complétude des données, on note par exemple :

- 20% de données manquantes pour le genre de la victime, la dynamique de l'accident, la cause du décès;
- mais 61% de données manquantes pour l'activité de la victime au moment de l'accident / du décès.

4.3.2 Les sources d'information primaires potentiellement accessibles en France pour décrire les cas de décès et leurs circonstances

Il ne s'agit pas ici d'établir un recensement exhaustif de toutes les informations potentiellement utiles, mais de compiler quelques retours d'expérience et observations au gré des travaux techniques et scientifiques. On trouvera par exemple des descriptions et analyses détaillées dans Boissier 2013, Vinet et al 2016, Saint-Martin 2018, Cérema 2021, Vinet et al 2022.

Il n'existe pas aujourd'hui, en France, de procédure institutionnelle de recueil systématique de l'information relative aux occurrences, et encore moins aux circonstances, des décès dus aux inondations. L'annexe 3 illustre à ce titre l'absence d'exhaustivité des synthèses existantes et l'absence de consolidation. De même, très peu de rapports de retours d'expériences réalisés par les services d'inspection générale entrent dans la description ou l'analyse des circonstances de décès.

Le « simple » recensement peut présenter des difficultés, liées aux difficultés intrinsèques à l'identification des victimes « dues aux inondations », mais aussi à l'absence de formalisation consolidée et systématique. Des scientifiques ont ainsi été amenés à utiliser des informations municipales a posteriori, voire des documents relatifs à des cérémonies d'hommage aux victimes. La mission a réexaminé une liste qui lui avait été fournie en observant un nom de victime « nouveau » sur une stèle commémorative.

A cela s'ajoute, tel que cela est observé par les personnes investiguant concrètement les circonstances de décès, les incohérences et ambiguïtés des informations lorsque l'on croise plusieurs sources, officielles ou officieuses, publiques ou non, sur les circonstances des décès (rapports, presse...). La mission a ainsi été confrontée à un cas de décès répertorié dans les bilans et rapports, concernant une personne ayant quitté son domicile et retrouvée décédée au bout d'un certain temps à l'écart de tout cours d'eau ou écoulement identifié. En consultant la municipalité, il semble qu'aucun élément ne permet de lier ce décès à l'action de l'inondation, si ce n'est la

concomitance. De telles situations apparaissent inévitables, en l'absence d'un protocole ou au moins d'une démarche systématique et détaillée de recueil critique de données.

Par nature, hors cas éventuels de décès différés, il n'est pas possible de recueillir d'informations auprès des victimes elles-mêmes. Les données sur les circonstances des décès relèvent de témoignages directs, mais aussi d'estimations a posteriori : par exemple, les conditions physiques de submersion, si elles ne sont pas observées par des tiers à l'endroit et au moment du décès ou de l'accident générateur, doivent être estimées :

- en se basant sur les traces du niveau maximal atteint par l'eau, qui ne correspond pas forcément au moment de l'accident ;
- en référence à des observations concomitantes à proximité du lieu, par exemple une rue voisine ;
- via des outils de simulation numérique qui seraient en mesure de reconstituer la dynamique de submersion.

Les difficultés sont accrues pour ce qui concerne les comportements des victimes, hors cas de témoignage direct, et plus encore pour les éléments d'état d'esprit, les intentions...

Le facteur temps constitue par ailleurs une dimension sensible :

- recueillir des informations et témoignages directement liés aux décès peut s'avérer très sensible dans l'immédiat après-événement, voire à court terme, s'agissant d'événements dramatiques, et de personnes interrogées qui ont vécu un traumatisme ;
- a contrario, si des observations et données n'ont pas été rapidement recueillies, le temps qui passe peut brouiller les souvenirs ou faire évoluer les perceptions et ressentis dont on se remémore.

Concernant les données personnelles relatives aux victimes, hors témoignages directs et personnes connues des témoins, on observe dans les bases existantes que même la connaissance du genre n'est pas systématiquement accessible de façon aisée. La base des décès de l'INSEE, récemment rendue accessible, permet par recoupement de progresser dans le domaine des données personnelles.

Un certain nombre de documents de services de sécurité, de secours ou de santé pose des difficultés d'accès ou d'exploitation spécifiques :

- les procès-verbaux des services de gendarmerie (et de police?) incluent a priori certaines informations systématiques (identité, profil, lieu, jour, heure, cause clinique, circonstances du décès, type de bâtiment, localisation), mais leur contenu descriptif est très variable, et l'accès au document doit être autorisé par le procureur de la République ;
- les services de secours établissent des listes de décès tenues à jour au cours de l'événement pour leur organisation en temps réel, mais ces listes sont détruites à la fin de l'événement ;
- le dispositif SINUS - système d'Information Numérique Standardisé pour l'identification et la traçabilité victimes dans la chaîne de secours , mis en oeuvre pour tout plan ORSEC NOVI (nombreuses victimes), ne permet pas nécessairement de repérer toutes les victimes, et les données sont conservées seulement un mois après dernière mise à jour ;
- les autorités sanitaires disposent d'un outil de recensement des décès, non systématique par rapport aux situations auxquelles on s'intéresse ici, et qui ne portent que sur les décès survenus après prise en charge dans un établissement sanitaire ;

- les documents de travail liés à la gestion de crise, comme les mains courantes, peuvent ne pas être rendus accessibles pour des investigations techniques ou scientifiques.

Ces diverses difficultés conduisent à souligner l'importance du croisement et de la confrontation du plus grand nombre et de la plus grande diversité possibles de sources d'information, incluant des échanges au niveau local avec les services de secours et de sécurité, les municipalités, le voisinage le cas échéant. Les données descriptives des lieux de décès ou d'accident sont rarement présentes dans des documents, et nécessitent des visites terrain à défaut de témoignages détaillés (CETE Méditerranée 2012).

En complément, comme l'ont souligné certains travaux, on peut consolider la compréhension des circonstances des décès, sur des cas particuliers ou de façon générique, en s'intéressant aux circonstances dans lesquelles des personnes ont été « sauvées de justesse d'un risque mortel » (situations que les services de secours qualifient de « sauvetages » qui consistent à soustraire une personne à un danger grave et imminent, par opposition aux « mises en sécurité » qui ne présentent pas le même niveau de péril à très court terme).

4.4 Les objectifs et cadres des travaux scientifiques et techniques

De très larges composantes et constituants des politiques de gestion des risques d'inondation concourent de façon directe ou indirecte à la réduction des risques de décès par les différents types d'inondations (prévision, gestion des secours, encadrement de l'occupation des sols, protection...). Le rapide panorama de travaux scientifiques et techniques considéré ici se focalise sur les travaux de compréhension des circonstances, sur deux thématiques très spécifiques à la vulnérabilité humaine qui sont la stabilité des personnes se déplaçant dans l'eau et la stabilité des véhicules présents dans l'eau, ainsi que sur les travaux d'évaluation préalable des risques de décès. La question de la résistance structurelle des bâtiments, à laquelle sont liées des occurrences de décès, n'est pas abordée ici.

4.4.1 La description et la compréhension des circonstances des décès

Petrucci (2022) et Maranzoni et al (2022) ont publié récemment des revues larges de travaux scientifiques abordant des aspects différents, auxquelles on pourra se référer.

On a évoqué plus haut les enjeux et difficultés du recueil des données, difficultés qui commencent par l'identification exhaustive et univoque des victimes ainsi que des disparus (en attendant les investigations complémentaires et le cas échéant les décisions officielles sur leur « statut »), et par la nécessité de recueillir et de confronter des données multiples et variées, pas toujours cohérentes, relatives à chaque décès. Une partie des travaux scientifiques et techniques sur les circonstances des décès inclut de tels travaux de terrain, et illustre les difficultés de méthode propres aux différentes informations, ainsi que les choix qui peuvent être faits : Duclos et al 1991, GSC 1995, Vinet et al 2011, CETE Méditerranée 2012, Belin et Moulin 2012, Boissier 2013, Vinet et al 2016, Vinet 2018, Diakakis et al 2019, Thieken et al 2022b, Vinet et al 2022.

Les différences entre les événements, les contextes institutionnels, les circonstances observées... empêchent à ce stade de formuler des recommandations simples et générales pour rassembler les données permettant un travail significatif de compréhension et d'explicitation sur ces circonstances. Les expériences conduites et les taux de données manquantes conduisent à indiquer la nécessité de croiser des sources de données différentes, au contact du terrain. La question du délai entre l'événement et le recueil d'informations est relativement sensible : l'immédiat post-événement est une période de traumatisme « saturée » par des priorités plus immédiates, et le temps qui passe peut faire disparaître des détails des mémoires non écrites. La mission a conduit des entretiens dans des délais de 2 à 4 ans après les occurrences de décès dus à diverses inondations, à l'échelle très locale, sans pouvoir identifier de difficulté de mémoire.

Certains travaux scientifiques sont conduits exclusivement à partir de bases de données et

compilations d'informations existantes, qui appellent des précautions de méthode également, en fonction de l'objet et de l'objectif des analyses conduites (voir notamment Ashley et Ashley 2008, Terti 2017, Salvati et al 2018, Papagiannaki et al 2022). On peut citer une expérience particulière basée sur l'analyse de 33 000 articles, concernant des décès dus aux événements météorologiques extrêmes au Royaume-Uni de 2000 à 2014, qui a permis d'analyser 62 cas (Vinogradova 2018).

Les circonstances des décès peuvent être extrêmement variables pour un même événement, mais même des descriptions de cas individuels permettent d'avancer dans la compréhension non statistique de ces situations qui sont rares ou exceptionnelles par leur survenue, mais qui résultent souvent d'enchaînements de faits et de facteurs « courants » en matière de vulnérabilité et de comportement. La prévention, et plus généralement la définition et la mise en œuvre des politiques publiques ont cependant besoin de pouvoir apprécier la représentativité ou du moins l'importance et la « répétabilité » des circonstances.

Les différents travaux scientifiques et techniques abordent respectivement des nombres de cas de décès très variables, avec des degrés de complétude des données parfois très variables selon les décès. Les analyses présentées recourent pour la très grande majorité à des tris à plat statistiques sur la base des décès documentés et des données disponibles. On présente des résultats en partie 5, qui font apparaître certaines constantes et certaines « typologies » de circonstances. Pour autant, on n'a pas identifié de travaux utilisant des méthodes d'analyses multi-variées pour caractériser et décrire sur un ensemble varié de facteurs les circonstances des décès à l'échelle individuelle.

Pour finir, au-delà de la question des seuls décès, on peut mentionner des travaux conduits par enquêtes auprès des sinistrés et rescapés, permettant de mieux identifier les circonstances auxquelles ils ont été exposés et leurs comportements. En France, on peut en particulier mentionner les travaux conduits sur la durée par Isabelle Ruin, concernant les déplacements en véhicules (cf publications dans la liste en fin d'annexe).

Les recherches documentaires évoquées ici se sont focalisées sur les cas de décès. Elles n'ont pas porté sur les situations de personnes « sauvées de justesse d'un risque mortel » : ces situations concernent apparemment bien plus de personnes que celles qui décèdent ou disparaissent, mais à ce jour il manque un travail de définition et de caractérisation qui permettrait d'engager des analyses bien définies.

4.4.2 Les études sur la stabilité des personnes se déplaçant dans l'eau

Comme on le verra plus loin en partie 5, une proportion parfois significative des décès identifiés suite à un événement correspond à des circonstances dans lesquelles une personne se trouve à pied dans la zone submergée, en extérieur, avec diverses motivations et activités (fuite pour se mettre à l'abri, tentative de porter secours, volonté de traverser, volonté de venir voir le phénomène de crue/inondation que certains auteurs qualifient de 'flood tourism », voire choix de « profiter » des conditions d'écoulement particulières pour une pratique sportive).

Différents travaux ont porté sur les conditions dans lesquelles une personne pouvait perdre l'équilibre et/ou être emportée en fonction de ses caractéristiques propres et de celles du courant, confirmant qu'on pouvait perdre sa stabilité pour des hauteurs d'eau relativement faibles, et/ou pour des vitesses d'écoulement relativement lentes (Jonkman et Kelman 2005, Vinet 2018). Une perte de stabilité, ou le fait d'être renversé dans l'eau, n'entraîne pas nécessairement un décès (par noyade, hypothermie, choc et blessure...), les suites d'une perte de stabilité apparaissant extrêmement imprévisibles, sauf peut-être pour des personnes particulièrement vulnérables et/ou pour des conditions d'écoulement particulièrement « brutales » (très grande force de courant, engouffrement de l'eau sous un pont en charge, fort transport de débris, température froide de l'eau...).

Différents facteurs sont mentionnés comme influençant cette perte de stabilité, et notamment :

- hauteur et vitesse de l'eau par rapport au sol ; on peut ajouter les fluctuations du courant ;
- débris transportés ;
- caractéristiques du sol (pente, régularité, rugosité...) ;
- dimensions et caractéristiques corporelles de la personne, poids et taille, mais aussi vêtements portés, chaussures... ;
- état de santé, forme physique, degré de préparation à de telles circonstances, état psychologique et mental.

En pratique, les travaux recensés abordent concrètement les paramètres de hauteur et de vitesse d'écoulement d'une part, la taille et le poids de la personne d'autre part, en se basant sur des calculs de mécanique et/ou sur des expérimentations : personnes placées dans des canaux d'écoulement, modèles physiques réduits respectant ou non les facteurs d'échelle. Un poids ou une taille plus importants apportent en moyenne de la sécurité pour des mêmes conditions de submersion, tandis que logiquement la hauteur d'eau et la vitesse de courant aggravent le risque : plus le courant est rapide, plus le risque de perte de stabilité intervient pour des hauteurs modérées voire modestes. Sont analysés, selon les cas, les phénomènes physiques suivants, en prenant en compte la force d'Archimède qui vient réduire le poids qui s'exerce via les pieds sur le sol :

- renversement par l'effet du courant sur le corps ;
- glissade par perte d'appui sur le sol (force exercée par le courant, adhérence au sol, ...) ; une telle glissade interviendrait avant le renversement pour des écoulements rapides mais de hauteur faible.

Sont ainsi identifiés des seuils de stabilité, pour une personne présentant certaines caractéristiques, en fonction de seuils de hauteur et de vitesse, ou du produit entre hauteur et vitesse (Jonkman et Kelman 2005, Jonkman 2007 ; Jonkman et Penning-Rowse 2008, Xia et al 2014, voir une synthèse étendue établie par Maranzoni et al 2022). Xia et al estiment ainsi qu'une hauteur d'eau de 30 cm induit une situation critique pour pouvoir remonter un escalier remontant d'un sous-sol. Ces travaux et ceux de Jonkman mettent en évidence des difficultés ou risques significatifs, pour un adulte, pour une hauteur d'eau de 50 cm et une vitesse de courant dépassant 1,2 m/s, sans prendre en compte de facteurs de pente, d'irrégularités du sol, de charriage de débris par l'eau, ou de fragilités de la personne. Ces éléments sont cohérents avec des éléments du ministère en charge de l'environnement, recueillis par Vinet et cité par Boissier (2013), considérant que pour 50 cm d'eau, un adulte sportif stressé atteint les limites de danger pour un déplacement dans un courant inférieur à 1 m/s.

Il ne s'agit pas ici d'établir un seuil de référence, devant la diversité des résultats et les différents facteurs réels qui peuvent concourir à la déstabilisation d'un piéton dans le courant, mais on peut déduire de ces travaux une illustration qui semble parlante, pour un risque auquel la population n'est pas nécessairement préparée : en l'absence de facteurs individuels ou d'environnement aggravants, avec de l'eau jusqu'au genou et un courant correspondant à la vitesse de marche calme d'un adulte en conditions urbaines, on se trouve dans une situation de risque significatif ou fort de perte de stabilité.

4.4.3 Les études sur la stabilité des véhicules terrestres dans l'eau

Les décès intervenant à l'intérieur d'un véhicule terrestre, ou dans le cadre d'un déplacement dans un tel véhicule, sont significativement représentés, comme cela sera abordé dans la partie 5. Les occurrences mentionnées dans des bilans et synthèses concernent une certaine diversité de situations :

- lors d'inondations ou de crues non débordantes (cas de passages à gué entre les rives d'un cours d'eau à l'écoulement permanent ou temporaire) ;
- pour des véhicules en mouvement sur un axe de circulation (en incluant pont, passage à gué, tunnel...), à l'arrêt en extérieur, en stationnement intérieur dans un bâtiment ;
- par une chute directe du véhicule dans l'eau (accident de circulation, effondrement de route ou de pont...), par un emportement du véhicule par l'écoulement, par un blocage du véhicule dans une zone de courant qui empêche l'évacuation par les occupants avant que l'eau ne monte trop haut, par un renversement du véhicule...

Les travaux conduits portent de façon centrale sur la stabilité mécanique des véhicules dans l'eau, le plus souvent en considérant un véhicule à l'arrêt, et sur une surface plate, confronté à un écoulement continu et stable (voir par exemple l'exception des travaux de Shah et al 2021, abordant des véhicules en mouvement). La perte de stabilité est généralement étudiée au travers de deux phénomènes :

- le risque d'entraînement par « glissement » sur le sol, du fait du courant ;
- le soulèvement de tout ou partie du véhicule qui flotte suffisamment pour être emporté par le courant (pour les véhicules particuliers actuels, l'arrière se soulève généralement en premier, mais la répartition des masses dans un véhicule n'est pas toujours prise en compte dans les travaux de simulation numérique ou d'expérimentation).

Le renversement est moins fréquent et peut intervenir après que le véhicule soit emporté par l'écoulement, les pertes de stabilité observées combinent à différents degrés glissement et soulèvement/flottaison. Maranzoni et al (2022) présentent une large synthèse de travaux conduits sur ces questions.

La perte de stabilité du véhicule dans l'eau dépend d'un grand nombre de facteurs :

- les caractéristiques de l'écoulement, à commencer par la hauteur d'eau par rapport au sol et la vitesse de courant ; les fluctuations de courant et notamment l'existence de « pulsations » dans l'écoulement (liées par exemple à des ruptures d'embâcles) ;
- les caractéristiques du véhicule : poids, volume immergé pour un certaine hauteur d'eau, garde au sol, aérodynamisme et plus généralement forme du véhicule ;
- l'étanchéité du véhicule, la plupart des travaux postulant qu'on peut faire l'hypothèse d'une étanchéité pendant le temps de la perte de stabilité ;
- la résistance au glissement des pneus sur la surface du sol.

Les travaux scientifiques et techniques conduits sont divers, et procèdent de différentes logiques : expérimentations physiques en canaux de laboratoire à partir des années 60, calculs théoriques et modélisations plus récemment. L'évolution des caractéristiques techniques des véhicules crée des problèmes de représentativité des études anciennes, la grande diversité des véhicules pose des questions de représentativité des résultats actuels entre véhicules dans une même gamme. Un certain nombre de modèles théoriques ne correspondant pas forcément bien aux données expérimentales (Bocanegra et al 2020). On a par ailleurs évoqué ci-dessus les conditions « simplificatrices » généralement considérées par les différentes investigations. Ces travaux soulèvent le besoin de méthodologie d'application générale face à la diversité des véhicules (Martínez-Gomariz et al 2018) et de standardisation des critères de décision pour fixer des seuils, ainsi que de travaux scientifiques plus poussés sur un certain nombre de points (pour faire face à la diversité des véhicules et aborder des phénomènes non encore pris en compte, Bocanegra et al 2020).

On trouvera une compilation d'éléments de résultats dans 3 revues de travaux scientifiques et

techniques et de recommandations officielles quant à la sécurité des véhicules : Martínez-Gomariz et al 2018, Bocanegra et al 2020, Maranzoni et al 2022.

Ainsi, selon les recommandations australiennes, appuyées sur des mesures et des synthèses étendues de connaissances :

- les petites voitures peuvent être instables dès 30 cm d'eau avec une vitesse de l'eau d'1 m/s (3,6 km/h) ; ce seuil de 30 cm est considéré y compris en l'absence de courant ;
- les grands véhicules à 4 roues motrices peuvent être instables dès 30 cm d'eau avec une vitesse de l'eau de 2 m/s, ou dès que les vitesses atteignent 3 m/s ; en l'absence de courant, une instabilité est redoutée pour des hauteurs commençant, selon les travaux, à 40 cm.

On peut noter que certaines recommandations sur la sécurité des véhicules intègrent la sécurité des occupants qui seraient amenés à quitter le véhicule.

4.4.4 La modélisation et la prédétermination des décès potentiels

Pour essayer de réduire les potentialités de décès dus aux inondations de façon efficiente ou du moins priorisée, la politique publique de gestion des risques d'inondation gagnerait à disposer de prédéterminations des décès potentiels à l'échelle des différents territoires exposés aux différents types d'inondation. Penning-Rowse et al 2005 proposent un modèle conceptuel identifiant un certain nombre de facteurs potentiellement significatifs pour prédéterminer les décès.

Jonkman (2007) et Vinet (2018) proposent une revue des modèles de prédétermination des décès potentiels. Ces modèles ont surtout été développés pour des cas de ruptures de digues ou de barrages, ils sont applicables pour des fortes concentrations de population en zone potentiellement mortelle. D'autres modèles, intégrant des indicateurs relatifs à l'occupation des sols ou à la population sous réserve de disponibilité de données adéquates, trouvent des applications pour les questions d'évacuation des populations. La modélisation est rendue plus difficile pour des crues torrentielles, car les décès sont souvent ponctuels et spécifiques les uns par rapport aux autres, et ressortent apparemment plus du comportement que de facteurs d'exposition. Un certain nombre de modèles s'appuient sur des échelles spatiales fines, intégrant caractéristiques de la submersion (hauteur, vitesse), caractéristiques de l'environnement immédiat (bâtiments...), caractéristiques des personnes, avec les contraintes que cela induit en matière de recueil de données et de finesse de description.

Dans une approche plus globale, visant l'Europe centrale, Brazdova et Riha (2014) identifient comme facteurs les plus « discriminants » et « explicatifs » le degré de préparation à la gestion de crise locale, l'alerte, les secours, les paramètres d'aléa. Ils sont confrontés à la difficulté de prise en compte des facteurs de vulnérabilité individuelle, les poids respectifs des différents facteurs ayant été identifiés à partir de différentes expertises et retours d'expériences.

Terti 2017 propose un cadre et une méthodologie pour prédéterminer ou prévoir les risques de décès dus aux inondations éclair en lien avec l'usage de véhicules, à l'échelle des comtés des États-Unis d'Amérique (USA), aux pas de temps de la journée et de l'heure. Elle élabore un premier modèle en utilisant des méthodes de classification et d'apprentissage à partir de plus de 38 000 événements hydrométéorologiques, dont 259 ont conduit à des victimes. L'application de ce premier modèle, à la performance prédictive modérée, appelle un certain nombre de développements et de besoins de données plus précises. Dans ce premier travail, la prédétermination des décès s'appuie sur les paramètres suivants (sur chaque comté) :

- maximum journalier de débit par kilomètre carré de bassin versant ;
- durée maximale de la pluie ;
- superficie de zones exposées à un risque d'inondation fort ;

- degré de rapidité des inondations ;
- nombre de centres de secours opérationnels ;
- nombre d'intersections entre cours d'eau et réseau routier ;
- âge moyen des travailleurs utilisant un véhicule pour les trajets domicile-travail ;
- nombre moyen de membres des foyers ;
- nombre de trajets domicile travail arrivant sur le lieu de travail au moment du pic de l'événement d'inondation.

4.5 Différents types de circonstances de décès dus aux inondations, leur représentativité et la compréhension que l'on peut en avoir

4.5.1 La grande diversité des circonstances et la multiplicité des facteurs intervenant dans les cas de décès

La grande diversité de ce qu'on peut connaître des circonstances des décès, et des disparitions, dus aux inondations, tient d'abord à la multiplicité des facteurs qui peuvent influencer les faits conduisant à ces événements dramatiques, et à la diversité des situations d'aléa (types d'inondation, caractéristiques temporelles et hydrauliques sur le lieu de l'accident), à la diversité des situations et des caractéristiques des victimes au moment des faits, à la diversité des comportements et de leurs motivations, à la diversité des situations de gestion collective des risques (prévision, alerte, secours, évacuation...)... S'ajoutent à ces diversités factuelles la variabilité des informations dont on peut disposer : incomplétude, incertitude, indétermination, voire incohérence entre les informations et témoignages.

On a souligné plus haut les difficultés de connaissance auxquelles on peut être confronté. De surcroît, lorsque l'on s'intéresse aux circonstances, et que l'on veut décrire, caractériser, voire « catégoriser », on constate que les circonstances conduisant à décès peuvent correspondre à un cheminement qui échappe aux catégorisations simples comme une personne noyée après qu'elle ait quitté une voiture bloquée par l'eau.

Les travaux scientifiques et techniques et leurs analyses n'échappent pas à ces difficultés, mais également ils couvrent des « champs de phénomènes » variés (types d'inondations, types de décès considérés : directs ou indirects, immédiats ou beaucoup plus rarement différés), ce qui limite la comparabilité des résultats. Petrucci (2022) présente une revue de connaissances sur la base de 44 publications scientifiques concernant majoritairement l'Europe, secondairement l'Australie et les USA, sélectionnées parmi un large corpus de publications.

L'ambition de ce chapitre n'est pas de faire une analyse critique ou comparative de résultats scientifiques, mais de présenter des ordres de grandeur observés caractérisant les circonstances de décès, dans des contextes géographiques et socio-économiques pouvant s'approcher de ceux de la France métropolitaine, à un titre ou un autre. En élargissant la base de connaissances considérée au-delà du territoire national, il s'agit de chercher à identifier des « régularités » qui semblent signifiantes pour nos contextes, et donnent des indications parfois imprécises mais robustes sur les enjeux. Il va de soi que chaque événement d'inondation « meurtrier », par ses caractéristiques et celles du territoire impacté, pourra présenter des répartitions très spécifiques entre types de décès.

Les travaux considérés portent sur différents contours géographiques et différents intervalles de temps, en visant une certaine exhaustivité ou en se « limitant » à une liste d'événements. La diversité des décès est telle qu'on a privilégié les bilans sur un certain nombre d'années ou d'événements et un certains nombres de territoires, sauf exception (Katrina événement majeur

dans le contexte des pays occidentaux industrialisés, Xynthia seul événement côtier significatif depuis longtemps en France, mi-juillet 2021 en Allemagne en raison du nombre de victimes en un seul événement climatique, en distinguant les deux Länder les plus touchés). Le tableau qui suit présente les « événements de référence » dont les données de décès sont citées de façon récurrente dans la suite, le champ temporel et les territoires concernés figurant dans la dénomination. Des sources et événements autres peuvent être mentionnés au cas par cas, selon les sujets abordés.

Dénomination de l'événement de référence	Tous événements (T) ou liste limitée d'événements (L)	Types d'inondations	Nombre d'événements meurtriers considérés	Nombre de décès considérés	Sources
Événements France 1316-1999	L	Crues	66	1 millier	Antoine et al 2001
France 1971-1995	T	Crues et ruissellements		232	GSC 1995
Arc méditerranéen français 1980-2020	T	Crues et ruissellements	33 / 43 / 73	203 / 244 / 328	Boissier 2013 (10 départements), Vinet et al 2016 (idem), Vinet et al 2022 (12 départements)
Xynthia 2010	/	Inondation côtière	1	53, 47 pour Kolen et al	Kolen et al 2010, Vinet et al 2011, Vinet et al 2012
Rhénanie du Nord Westphalie 2021 (Allemagne)	/	Crues et ruissellements	1	49	Thieken 2022, Thieken et al 2022a et 2022b
Rhénanie Palatinat 2021 (Allemagne)	/	Crues et ruissellements	1	135 sur 139 mentionnées ultérieurement	LSJV 2022
Grèce 1960-2020		Inondations	53 (1970-2010) / ? (1960-2020)	151 / 61 en intérieur	Diakakis et Deligiannakis 2017, Diakakis et Papagiannaki 2021
Italie 1965-2014	T	Crues et ruissellements	44	771	Salvati et al 2018
Royaume-Uni 2000-2014	T	Crues et ruissellements		62 (sur 225 tous événements climatiques)	Vinogradova 2018
Événements Europe centrale 1997-2010	L	Crues	19	107	Brazdova et Riha 2014
Événements Europe USA 1989-2003	L	hors tempêtes côtières	13	247	Jonkman et Kelman 2005
USA 1959-2005	T	hors tempêtes côtières		4586	Ashley et Ashley 2008
USA crues soudaines 1996-	T	Crues soudaines (flash floods)	705	1075	Terti 2017

2014					
Katrina 2005	/	Tempête côtière	1	1464 chiffre officiel 1575 cf Boyd	Boyd 2011

Tableau A4.2 : Bilans importants de décès dus aux inondations ayant donné lieu à des analyses des circonstances

Comme on a commencé à l'évoquer plus haut, les diverses circonstances de décès peuvent être liées ou influencées par un très grand nombre de facteurs, que les travaux scientifiques et techniques détaillent de façon plus ou moins poussée (voir par exemple Penning-Rowell et al 2005, Boissier 2013 ...), avant de se concentrer sur les paramètres qui apparaissent d'une part être suffisamment documentés dans les données et informations accessibles, d'autre part constituer un sujet signifiant pour la compréhension d'un certain nombre de cas de décès ou pour de futures actions de prévention.

Pour illustrer le nombre et la diversité des facteurs, sans prétention à une exhaustivité qui couvrirait tous les cas imaginables, on peut détailler la liste du début de la partie 3 :

- les éléments caractérisant physiquement les conditions d'inondation dans le lieu du décès ou de l'accident / incident ayant entraîné le décès et la dynamique des phénomènes : hauteur d'eau par rapport au sol extérieur et/ou par rapport au niveau du bâtiment, vitesse de courant et son irrégularité, caractère torrentiel ou non de l'écoulement, vitesse de montée des eau si elle est progressive, irruption brutale de l'eau ou non, transport de matériaux et particules, transport de débris, durée de submersion, température de l'eau, concentration en polluants contaminants pour les personnes ;
- les conditions météorologiques locales (forte pluie localement, tempête concomitante...) et la luminosité ;
- les éléments caractérisant le lieu du décès ou de l'accident / incident ayant entraîné le décès : véhicule ou extérieur à pied ou présence dans un bâtiment, possibilités de chemin de fuite en sécurité ou de mise à l'abri, position dans le bâtiment (sous-sol, rez-de-chaussée, étage...), possibilités de mise à l'abri dans le bâtiment (étage accessible sans sortir ou niveau refuge, possibilité d'évacuation...), résistance structurelle du bâtiment ;
- les éléments caractérisant la victime dans ses dimensions physiques, médicales, cognitives, sociales... : âge, genre, état de santé, nécessité d'un traitement médical ou de médicaments à très court terme, taille, poids, capacité physique à se déplacer dans l'eau avec ou sans courant, capacité à monter vers un espace préservé, vulnérabilité à un séjour dans l'eau, vêtements et chaussage, isolement au moment de la submersion, capacité de communication avec des tiers (moyens matériels, handicap, insertion sociale et familiale, connaissance et compréhension de la langue...), connaissance du territoire, connaissance du risque et des réponses ;
- le jour et l'heure des faits ;
- les actions collectives ou de tiers, qu'il s'agisse d'alerte, de transmission de consignes, de secours apportés par des services ou par des particuliers, de dispositif d'évacuation et de sauvetage... ;
- la perception individuelle de la situation, les informations reçues et leur prise en compte, le comportement entre la première information relative au risque et le décès ; cela ne concerne pas que les sinistrés, on a observé des décès et problèmes de santé au sein des services de secours suite aux efforts et à la sur-mobilisation au cours des opérations.

Les causes médicales et physiques des décès sont très diversement déterminées dans les travaux

consultés, pour diverses raisons dont les limites d'accès aux informations et des difficultés intrinsèques à discriminer la cause déterminante dans un certain nombre de cas en l'absence de résultats d'autopsie, entre noyade et hypothermie, notamment, voire entre noyade et blessures physiques. Les données grecques font état de 78,8% de noyades, 7,3% de traumatismes physiques, 2,6% de crises cardiaques, 2% d'électrocutions (pendant la submersion ou pendant les opérations de déblayage / nettoyage), plus de 9% des cas n'étant pas documentés.

Pour les événements Europe-USA 1989-2003, les noyades apparaissent causer environ les 2/3 des décès, avec des résultats très proches sur les événements européens. Les représentativités des localisations des noyades diffèrent par contre entre les données relatives respectivement aux deux continents (plus de noyades liés aux véhicules aux USA, plus de noyades « en extérieur à pied » ou dans les bâtiments en Europe). Les taux d'électrocution sont comparables aux données grecques, les taux de crises cardiaques sont de 5,7% sur l'ensemble des événements, 7,4% pour les événements européens.

Pour les événements d'Europe centrale, ce sont un peu moins de 50% des décès qui sont attribués à des noyades, 11% à des traumatismes, 7,5% à des crises cardiaques, avec plus d'un tiers de causes inconnues sur les bilans considérés.

En Allemagne en 2021, sur 49 décès en Rhénanie du Nord Westphalie, les noyades représentaient plus des 2/3 des cas de décès, 14% des décès étant liés à des causes qualifiées d'« internes » comme les crises cardiaques et des états de choc.

Enfin, plusieurs travaux font état de suicides directement liés à la survenue de la catastrophe, a priori à très court terme, sans que soient pris en compte les éventuelles conséquences psychologiques à moyen terme, ainsi que d'intoxications au monoxyde de carbone pendant les opérations immédiates de déblayage ou de nettoyage.

4.5.2 Le poids de quelques grands déterminants potentiels de décès, tels qu'ils apparaissent dans les bilans

Plusieurs publications indiquent que, de façon globale et en moyenne, lors de crues exceptionnelles, les décès à domicile sont plus nombreux en proportion, et les décès liés à une présence à l'extérieur moins nombreux en proportion que lors de crues plus courantes (voir par exemple Pierre Scholl Risques Naturels et Communication 2020). Il est fort vraisemblable que les superficies inondées lors des premières comprennent un plus fort taux de surfaces bâties, mais on ne dispose pas de données permettant d'affiner cette analyse de façon représentative. Pour des événements d'inondations pris individuellement, on observe de fait une variabilité de l'importance relative de différents « types » de circonstances de décès, variabilité qui peut être liée aux différences entre caractéristiques de l'événement hydrométéorologique, et/ou des superficies directement impactées. Les éléments de bilan globaux, qui sont présentés ci-après, peuvent ne pas être représentatifs pour un événement potentiel ou un site / territoire. Pour autant, ces éléments peuvent être éclairants sur les enjeux globaux et sur les points d'attention pour des politiques et actions nationales.

Types d'événements d'inondation

Les travaux consultés mettent en avant l'importance, en valeur absolue, des crues et inondations soudaines, dans le bilan des décès, notamment par noyades et traumatismes physiques (données USA 1959-2005, Alderman et al 2012, Boissier 2013, Ruin 2020). Jonkman (2005) et Jonkman et Kelman (2005) indiquent un taux de mortalité 7 fois plus important pour les crues soudaines que pour les crues lentes, Vinet et al (2016) observent sur les dernières décennies sur l'arc méditerranéen français que la moitié des décès interviennent sur des bassins versants de petite taille (moins de 150 km²), dont beaucoup n'ont pas d'écoulement permanent.

Pour autant, les études sur les décès apportent assez rarement des données quantitatives précises

sur les conditions de submersion au lieu et au moment du décès ou de l'accident, sauf investigations locales détaillées et approfondies : c'est une difficulté intrinsèque en l'absence de témoignages directs.

Les défaillances d'ouvrages de protection constituent une situation particulière avec un danger accru par la soudaineté, le cas échéant, et la rapidité beaucoup plus forte d'arrivée et de montée de l'eau (Jonkman 2007 indique que les taux de mortalité sont les plus forts près des ruptures d'ouvrages de protection, dans les zones avec une grande profondeur et une vitesse de montée rapide). Sur l'arc méditerranéen français, depuis 1980, deux situations de rupture d'ouvrage ayant entraîné des décès ont été répertoriées. Pour l'événement de Xynthia, un grand nombre de victimes se trouvaient dans une zone endiguée, en particulier à la Faute-sur-Mer toutes les victimes se trouvaient à moins de 400 mètres d'une digue qui a connu des défaillances. Sur le bilan relatif aux USA pour la période 1959-2005, 12% des cas de décès sont liés à des défaillances d'ouvrages.

Les travaux de recensement de décès ont diversement abordé la question du moment de la journée. Pour les cas suffisamment documentés, les données grecques font apparaître une prédominance des circonstances nocturnes (de l'ordre de 60% des décès), tandis que des travaux américains indiquent pour les crues soudaines 75% de décès au crépuscule ou la nuit (Jonkman et Kelman 2005). Pour les décès à l'intérieur des bâtiments en Grèce, on observe que 65,7% interviennent pendant la nuit. De façon duale, pour l'inondation de Nîmes en 1988, Duclos et al (1991) attribuent notamment à l'horaire du paroxysme de l'inondation, le tout début de matinée, le fait de ne pas avoir eu à déplorer plus de victimes : beaucoup de personnes se trouvaient à leur domicile, moins exposées qu'à l'extérieur et en capacité de porter secours à leurs voisins ; une partie du trafic entrant en ville a été bloquée par la submersion de certaines routes avant l'heure de pointe matinale ...

Sur l'arc méditerranéen français de 1980 à 2013 (Boissier 2013), sur 76 cas de décès il a été possible de dater l'heure du décès / de l'accident conduisant au décès, en regard de la situation de vigilance météorologique : 74% de ces décès sont survenus en vigilance orange (la moitié de ces événements ne dépassant pas ce niveau de vigilance), 17% en vigilance rouge, 8% en vigilance jaune (6 décès, dont 4 franchissements de passages à gué à pied ou en voiture). Sur les 5 événements pris en compte dans l'étude et ayant atteint la vigilance rouge, 4 ont conduit à des décès.

Les caractéristiques personnelles des victimes

On présente ci-dessous quelques caractéristiques globales concernant des ensembles de victimes, sur une série d'événements ou sur une durée, qui donnent des indications plus ou moins homogènes. Alderman et al (2012) résument leurs observations en indiquant que dans les pays à revenus moyens ou élevés, personnes âgées, hommes et communautés de couleur présentent plus de victimes en proportion que les autres groupes sociaux ou démographiques.

Au-delà de la mise en perspective de résultats chiffrés présentée plus bas, il faut d'emblée indiquer que si les caractéristiques personnelles des victimes présentent des corrélations avec les risques de décès, en déduire des règles de causalité est plus complexe, pour plusieurs raisons :

- pour des cas individuels de décès, pour lesquels on dispose de témoignages précis et direct, on peut le cas échéant comprendre de façon réaliste les facteurs à l'œuvre, mais ces cas sont assez rares et pas systématiquement répertoriés, et comme cela a déjà été indiqué on observe une très grande diversité de circonstances détaillées ; si des facteurs caractérisant les victimes apparaissent comme des éléments probants pour tel ou tel décès, l'extrapolation d'observations ponctuelles bien « documentées » à un ensemble de victimes est pour le moins hasardeuse ;
- la sur-représentation de tel ou tel groupe social ou démographique, au sein des victimes

d'un ensemble d'événements, est considérée quasiment toujours en regard des caractéristiques de la population nationale, de la population locale ou au mieux de la population des communes touchées par l'inondation ; si l'on observe parmi les victimes un taux important de personnes âgées, cela ne permet pas de déterminer si cela est dû à une sur-représentation de ces personnes âgées dans la zone qui a été inondée au moment de l'inondation ou au moment de la première alerte, à une sur-représentation des personnes âgées parmi les victimes en regard des personnes sinistrées, ou à un cumul de ces deux facteurs ;

- comme on le verra plus loin, on observe sur un ensemble de résultats des différences entre caractéristiques des victimes selon le type de circonstance des décès ; ici, on présente dans un premier temps des caractéristiques globales qui ne distinguent pas selon les circonstances.

En considérant les données sur des événements français sur la période 1316-1999, on observe des caractéristiques décalées avec la plupart des observations sur les dernières décennies : 20 à 30% d'enfants et d'adolescents soit plus qu'actuellement, 15% de personnes de plus de 60 ans, soit moins qu'actuellement. D'une part la structure d'âge de la population a fortement évolué sur cette grande durée, d'autre part certains experts mentionnent le fait que la résistance structurelle aux inondations des bâtiments d'habitation a beaucoup progressé avec le développement du béton armé, ce qui a modifié le poids relatif des différentes circonstances de décès et donc des victimes potentielles (36% des textes évoquent des emportements de personnes avec le bâtiment, le taux de victimes par « renversement » de bâtiment est en moyenne de 11%, mais il décline au fil du temps).

Les données récentes les plus représentatives en nombre et en complétude, dont on dispose pour la France, concernent l'arc méditerranéen :

- une sur-représentation des personnes les plus âgées, les plus de 60 ans représentent 41,2% des décès, mais 20,6% de la population ;
- une sous-représentation des personnes les plus jeunes, phénomène qu'on retrouve diversement mais majoritairement dans d'autres résultats : les moins de 25 ans représentent 9,7% des décès mais 25% de la population ;
- une sur-représentation des hommes, qui représentent 61% des victimes alors qu'ils constituent un peu moins de 50% de la population nationale ; les hommes de 40 à 70 ans représentent 39% des décès, mais 20% de la population française ; on observe une sur-représentation des hommes d'autant plus importante qu'il s'agit d'événements ponctuels, de faible ampleur spatiale ; la répartition entre genres est plus équilibrée pour des grandes catastrophes ;
- une sur-représentation des femmes parmi les victimes dans la tranche d'âge des plus de 60 ans.

Pour Xynthia, on observe sur l'ensemble des victimes que 75% ont plus de 60 ans, très en décalage avec la population nationale (âge moyen de 38 ans à l'époque) et même en décalage avec l'ensemble des communes sinistrées (âge moyen 52 ans). Le quartier qui a concentré un grand nombre de décès était manifestement un quartier très occupé par des retraités. Pour Katrina, 60% des victimes avaient plus de 65 ans, ce qui marque un décalage moins prononcé que pour Xynthia mais néanmoins très significatif. Comme indiqué plus haut, il faudrait pouvoir disposer des caractéristiques d'âge des populations présentes dans les zones inondées.

La sur-représentation des personnes âgées s'observe très largement au travers des travaux consultés : augmentation de cette sur-représentation en Italie à partir de 1990, sur-représentation en Grèce de 45% par rapport à la population nationale, sur-représentation forte en Allemagne en 2021 (78,5% des victimes en Rhénanie-Palatinat ont plus de 60 ans, 65% en Rhénanie du Nord

Westphalie, alors que cette tranche d'âge représente moins de 30% dans la population nationale). Sur un ensemble de travaux concernant l'Europe, les USA et l'Australie, Petrucci (2022) conclut cependant que la majorité des victimes a de 30 à 64 ans, avec des victimes plus jeunes en moyenne en Australie qu'ailleurs.

La très nette sous-représentation des enfants et adolescents (très nette en Allemagne, Italie) connaît quelques exceptions, comme sur les événements Europe-USA 1989-2003, voire avec une sur-représentation marginale en Grèce pour les moins de 10 ans. Parmi les plus jeunes, Petrucci (2022) observe que les moins de 5 ans ont un taux de mortalité 2,5 fois plus élevé que les 5 à 14 ans. Cette dernière différence peut sembler logique en regard des capacités physiques et de la capacité de décision et d'action. La sous-représentation assez générale des plus jeunes parmi les victimes soulève deux questions :

- leur taux de présence dans les zones inondables, en général et au moment de l'inondation (présence à l'école avec une prise en charge organisée, par exemple) ;
- les décisions et actions de leurs entourages et encadrants pouvant privilégier leur mise en sécurité en priorité forte.

La sur-représentation des hommes parmi les victimes apparaît presque générale dans les bilans concernant des pays aisés :

- 68% d'hommes au Royaume-Uni ;
- 63,3% en Rhénanie du Nord Westphalie mais 48,1% en Rhénanie-Palatinat ;
- 61% en Italie ;
- 62,9% en Grèce ;
- 58,7 à 80% selon que l'on considère des ensembles d'événements en Europe, en Europe et aux USA, en Australie (voir aussi Wilson 2006).

Différents travaux analysent cette sur-représentation des hommes parmi les victimes, et en proposent différents éléments d'explication :

- les hommes exercent plus d'activités en extérieur ;
- ils sont plus représentés dans les services de secours et parmi les bénévoles ;
- ils sont plus enclins à des comportements à risques, qu'il s'agisse par exemple de sécuriser ses propres biens ou de porter secours aux voisins, ou qu'il s'agisse de choix en matière de déplacements face à un risque potentiel.

On ne dispose pas de chiffres récents sur la question de l'aptitude physique des sinistrés à prendre des mesures de protection et de sauvegarde lors de l'inondation ; dans 4 études publiées entre 1979 et 1993, il est fait état de taux de personnes non aptes à prendre de telles mesures entre 20 et 39% (Torterotot, 1993) ; ces chiffres ne peuvent pas être considérés comme représentatifs, ils révèlent néanmoins une question à prendre en compte pour les facteurs pouvant conduire à des décès. Quelques études aux USA et en Australie (Wilson 2006) font état pour quelques événements de l'influence de l'alcoolémie concernant un pourcentage significatif de victimes.

La situation et l'activité des victimes

Dans l'essentiel des travaux considérés, les auteurs opèrent une distinction entre trois grands types de situations : les décès survenant dans des bâtiments (ou à proximité immédiate pour des gens fuyant un bâtiment dangereux ou essayant de sécuriser / protéger ; ces décès en bâtiments

apparaissant plus représentés lors d'événements conduisant à plus de 10 victimes, Diakakis et Papagiannaki 2021), les décès liés à l'utilisation d'un véhicule (emportement ou submersion d'un véhicule, tentative de récupérer un véhicule en parking souterrain, tentative de fuir un véhicule...), les décès liés à une présence à pied en extérieur.

Sur l'arc méditerranéen français en 40 ans, on observe sur plus de 300 victimes une répartition entre 35% de décès liés à automobile, 31% décès au domicile, très peu de décès sur le lieu de travail, 32% de décès de personnes à pied en extérieur ou en campings.

Sur près de 300 décès suffisamment documentés, 80% des victimes sont habitantes de la commune du décès ou de communes voisines, 16% non résidentes, 4% résidentes secondaires. Sur une analyse de publications scientifiques concernant majoritairement l'Europe (secondairement l'Australie et les USA), Petrucci (2022) n'observe pas de risque accru pour les touristes : les résidents connaissent les lieux mais peuvent sous-estimer les risques, notamment rares, les touristes peuvent se trouver perdus dans lieu inconnu, mais ont moins d'attachement émotionnel avec un lieu ou un bâtiment, moins de bien à protéger, et peuvent choisir de se fier plus aux consignes officielles en l'absence d'autres informations.

Les décès en campings sur l'arc méditerranéen concernent 29 décès, soit 8,8%, dont un tiers en septembre : la moitié est liée à l'événement de septembre 1992 sur l'Ouvèze et ses affluents (en particulier Vaison-la-Romaine), l'autre moitié à 5 autres événements. Sur les données françaises de 1971 à 1995, les décès en camping sont plus représentés : plus de 63 personnes sur 230 soit 27%, dont les 38 victimes du Grand-Bornand et du bassin de l'Ouvèze. Les données disponibles ne permettent pas d'analyser cette évolution, notamment en regard de l'évolution forte de la réglementation applicable aux campings en zones inondables. Par ailleurs, on observe une évolution de ces installations, avec un développement des mobil homes qui présentent des risques différents des tentes, et correspondent pour partie à des occupations non touristiques. Concernant les décès en campings pour les crues soudaines aux USA, qui représentent 2,8% des décès, 30 sur 76 sont liés à un seul événement, ce qui fait écho à la relative « concentration » des cas en France.

Les décès survenus en situation professionnelle apparaissent proportionnellement peu nombreux : 10 professionnels des secours et 7 éleveurs (essayant de sauver leurs animaux) sur 328 décès, très peu d'autres situations, très ponctuelles.

Par ailleurs, 14 décès sont intervenus à l'occasion d'activités sportives, canyoning, notamment.

Les pourcentages de décès par grands types de circonstances varient selon les bilans, comme cela est présenté dans le tableau ci-dessous.

Dénomination de l'événement de référence	Pourcentage de décès en bâtiments	Pourcentage de décès liés aux véhicules	Pourcentage de décès à l'extérieur hors véhicules (dont campings)	Autres ou inconnus
Arc méditerranéen français 1980-2020	31%	35%	32%	2%
Rhénanie du Nord Westphalie 2021 (Allemagne)	51%	22%	27%	-
Grèce 1960-2020	13%	40%	33%	14%
Italie 1965-2014	24%	60%	16%	-
Royaume-Uni 2000-2014	15%	21%	65%	-

USA 1959-2005	4%	40%	19%	37%
USA crues soudaines 1996-2014	4%	47%	40%	9%

Tableau A4.3 : Répartitions des cas des décès selon les grands types de circonstances

On observe le poids des déplacements, en véhicules ou à pied (pour une partie des décès répertoriés comme en extérieur), pendant la période de crise (40 à 70% dans les pays industrialisés, pour les événements et travaux analysés par Ruin 2007).

Les décès « en extérieur » représentent des réalités individuelles très disparates, en situation et en intention, on y revient plus loin.

Les pourcentages de décès en bâtiments présentent des variabilités fortes, mais aussi des configurations et circonstances variables qui sont également détaillées plus loin.

L'importance des actions de secours, par les services ou par des tiers : les « sauvés de justesse d'un risque mortel »

Tous les chiffres présentés ici concernent des cas de décès ou de disparitions reconnus et documentés. Au gré de quelques bilans de catastrophes, on observe usuellement que les cas de personnes « sauvées de justesse » ne sont pas analysés, alors même que ces personnes ont été placées dans des situations très comparables à une partie au moins des personnes décédées, et qu'elles n'ont pu devoir la vie qu'à des circonstances particulières : intervention urgente et in extremis des services de secours, assistance par des tiers, situations d'auto-sauvetage in extremis voire improbables. Les effectifs de personnes ayant été sauvées par les services de secours sont, pour certains événements, sans commune mesure avec les effectifs de décès (les services de secours qualifient de « sauvetages » les actions qui consistent à soustraire une personne à un danger grave et imminent, par opposition aux « mises en sécurité » qui ne présentent pas le même niveau de péril à très court terme). Par des enquêtes dans deux quartiers de Nîmes, suite à l'inondation de 1988, Duclos et al (1991) ont observé que 80% des personnes exposées à un risque de décès imminent, selon elles, ont été secourues par des voisins.

Nous n'avons pas trouvé trace d'analyses de ces situations, qui pourraient être éclairantes sur les circonstances de mise en péril manifeste des vies. De telles analyses apparaissent de prime abord complexes, malgré l'intérêt qu'elles pourraient revêtir, et nécessiteraient, pour être comparables, de pouvoir qualifier et caractériser les situations considérées de « sauvetage de justesse ».

4.5.3 Les décès dans les bâtiments

Les circonstances référencées des décès à l'intérieur des bâtiments, presque exclusivement en bâtiments d'habitation ou d'hébergement pour ce qui concerne les travaux scientifiques et techniques consultés, renvoient à des types de situations différentes :

- destruction structurelle, par le courant ou par un mouvement de terrain induit par le courant, de tout ou partie d'un bâtiment (23% des cas de décès en bâtiments en Grèce, alors même qu'on observe un taux important de bâtiments de plain-pied par nature plus susceptibles de conduire à des noyades) ;
- décès dans le bâtiment en raison directe de la présence de l'eau au sous-sol, en rez-de-chaussée voire à l'étage : noyade, hypothermie, traumatisme physique, électrocution,

incendie ; les victimes peuvent se trouver bloquées à un niveau (impossibilité de remonter un escalier du sous-sol vers le rez-de-chaussée contre le courant, portes bloquées par le courant ou le niveau de l'eau...), l'eau peut entrer plus ou moins rapidement dans le bâtiment créant un courant fort (rupture de baie vitrée ou de cadre de porte...) ; les victimes peuvent également être surprises dans leur sommeil, ou se trouver dans l'incapacité physique de se déplacer même dans une eau « calme » ;

- emportement par le courant depuis l'intérieur ou à proximité immédiate du bâtiment ;
- chute depuis un toit / une terrasse refuge ;
- décès par crise cardiaque, ou suite à un effort trop intense, à un état de choc ;
- décès par accident ou intoxication au monoxyde de carbone lors des déblaiements ou nettoyages immédiats.

Les situations individuelles sont diverses en termes de capacités physiques, comme en termes de connaissance du risque et des mesures à prendre. Ces situations sont diverses également en termes d'information disponible au moment de l'événement (alerte ou non, avec plus ou moins d'anticipation, par divers canaux) et de comportement. Ainsi, on note des personnes non présentes dans leur logement au moment de l'arrivée de l'eau, ou ayant été évacuées par les services de secours, qui reviennent pour sauvegarder des personnes, des animaux de compagnie ou des biens. De même, les victimes peuvent rester dans des niveaux plus ou moins inondés ou menacés pour réduire les dommages, agir sur les réseaux et équipements (électricité, gaz...).

On observe au travers d'un nombre significatif de travaux que les personnes décédées dans des bâtiments sont plus âgées en moyenne, voire significativement plus âgées, que l'ensemble des victimes et a fortiori que les victimes décédées en véhicule ou à l'extérieur. Comme au Royaume-Uni par exemple, on observe également des sur-représentations de femmes.

Les chiffres issus de différents travaux illustrent ces différentes situations et divers facteurs à l'œuvre :

- sur l'arc méditerranéen français, on identifie un certain nombre de cas de refus d'évacuer par des personnes qui décèderont au cours de l'inondation, au minimum 7% des victimes, soit plus d'un quart des victimes en bâtiments ;
- de même, plus de 10% des victimes sont décédées en essayant de sauver des personnes, des animaux ou des biens ;
- lors de Xynthia, les décès ont fortement concerné des quartiers comprenant beaucoup de retraités, occupant des maisons majoritairement de plain-pied, et dont les fenêtres étaient équipés de volets électriques non manoeuvrables en raison des coupures de courant (et fermés en raison de l'horaire en pleine nuit et/ou en raison de l'alerte tempête) ;
- en Italie, sur les 24% de décès observés en bâtiments, les deux tiers étaient bloqués dans une pièce inondée (dont garages et sous-sol), et un sixième s'est trouvé dans un bâtiment qui s'effondre ;
- en Grèce, parmi les victimes décédées en bâtiments, on note un taux statistiquement supérieur à la moyenne de personnes handicapées (cf plus loin).

On peut soupçonner une corrélation entre l'âge avancé et l'occupation d'une maison de plain-pied (taille du logement en regard de la taille du foyer), entre l'âge et le fait de dormir au rez-de-chaussée dans un bâtiment à étage. Il s'agit vraisemblablement de facteurs de vulnérabilité supplémentaire par rapport aux caractéristiques personnelles des personnes âgées.

4.5.4 Les décès liés à l'usage des véhicules

Ces décès concernent souvent de 40 à 70% des décès répertoriés dans les pays industrialisés, pour une série d'événement sur un ensemble de territoires donné (Ruin 2007), notamment pour les crues soudaines. En France, de 1960 à 2000, ils représentent 40% des décès, sur l'arc méditerranéen français 35% depuis 1980.

On a évoqué plus haut les mécanismes de perte de stabilité ou de contrôle de véhicules, qui peuvent conduire à des décès de personnes se trouvant à bord des véhicules et noyées ou blessées ainsi, ou à des décès de personnes essayant de s'échapper d'un véhicule. Les écoulements et ruissellements peuvent également conduire à des emportements ou effondrements de chaussées ou de ponts, entraînant des véhicules. Des décès se produisent, comme avec un nombre « inhabituel » dans les Alpes Maritimes en octobre 2015, lorsque des personnes essayent de sortir leur véhicule d'un parking souterrain.

Un point particulier à noter concerne les passages à gué, diversement présents selon les régions, qui constituent un point de danger particulier et peuvent conduire à des décès lors d'une crue du cours d'eau traversé ou d'une submersion d'un vallon habituellement sec. Sur l'arc méditerranéen français, sur 115 décès liés aux véhicules, 50 concernent des tentatives de franchissement de pont ou de passage à gué, soit 15% de l'ensemble des décès répertoriés.

Les motivations de l'usage d'un véhicule peuvent être multiples, on note par exemple des membres des services de secours surpris par l'effondrement d'une route, des livraisons, des déplacements privés habituels (domicile – travail, achats...) ou non (visites, tourisme), des tentatives de fuir ou de rejoindre son domicile ou encore de rejoindre des proches, de chercher ses enfants. Les déplacements concernés ne sont pas que des déplacements de proximité, ce qui nécessite de s'intéresser aux personnes qui transitent par les zones inondables, et non seulement aux personnes qui y résident ou y travaillent.

On peut signaler que sur l'arc méditerranéen français, sur les dernières décennies, que les véhicules 4x4 sont impliqués dans un quart des décès liés aux véhicules (Cérema et MIIAM 2020).

Les victimes présentent des caractéristiques socio-démographiques aussi bien par rapport à la population générale, que par rapport à l'ensemble des victimes. Mais ces caractéristiques ne sont pas forcément mises en regard avec les caractéristiques statistiques des conducteurs dans le territoire concerné.

Sur un ensemble d'événements majoritairement européens, mais aussi australiens et nord-américains, Petrucci (2022) tire un bilan global montrant que 70% des victimes de décès liés aux véhicules en cas d'inondation sont des hommes, 86% s'agissant des conducteurs victimes. Les genres des victimes sont à peu près équilibrés parmi les passagers. Cette sur-représentation des hommes est une quasi constante des travaux consultés, sauf pour la Rhénanie du Nord Westphalie en 2021, là les victimes liées aux véhicules présentaient des proportions égales d'hommes et de femmes, mais les cas de refus de respect de consignes concernent des hommes. En Italie, les décès lors du franchissement de passages à gué concernent 19 hommes et une femme.

On a évoqué plus haut des facteurs pouvant être liés à l'apparente plus grande « propension » des hommes à se déplacer en extérieur ou en véhicule lors d'inondations. Les refus de consignes ou franchissements de barrières interdisant la circulation, qui ne sont cependant pas l'apanage des hommes, constituent un fait avéré et répété.

Isabelle Ruin (Ruin 2007, Ruin 2010, Ruin 2020 notamment) a mené des travaux approfondis sur les motivations des déplacements et sur la perception des risques par les conducteurs, notamment dans le département du Gard. Ses enquêtes ont porté sur des personnes qui n'ont pas été victimes de cas de décès, pour pouvoir développer une meilleure compréhension des comportements de conducteurs face à un risque d'inondation ou à une inondation. La plupart des personnes interrogées ont maintenu des déplacements en situation de crise, en regard d'obligations

professionnelles ou familiales, et du maintien de pratiques quotidiennes. Ainsi, dans ces enquêtes, plus de la moitié des parents veulent chercher leurs enfants à l'école, malgré les consignes officielles. Par ailleurs, selon la flexibilité inhérente à son emploi et/ou selon son niveau d'autonomie et de responsabilité, on ne renonce pas de la même manière à un déplacement professionnel ou au fait d'aller rejoindre son lieu de travail.

Avant de percevoir la présence de l'eau sur la chaussée, quand l'information est de l'ordre de la vigilance voire de l'alerte, avec l'incertitude inhérente, le maintien de pratiques quotidiennes ou la satisfaction de ses obligations peut rester prioritaire sur un choix de prudence. Les conducteurs arrivent moins bien à se représenter le risque d'inondation sur le réseau routier et sur leur itinéraire que le risque d'inondation à leur domicile. On peut résumer cela en indiquant que les pratiques spatiales quotidiennes des personnes constituent un facteur important de vulnérabilité humaine aux inondations, en raison de deux causes :

- des représentations spatio-temporelles éloignées de la réalité du risque ;
- un manque de flexibilité et d'adaptabilité des pratiques individuelles quotidiennes face au risque.

Enfin, la perception du risque que constitue physiquement une submersion de chaussée, en fonction de la hauteur d'eau et du courant, est limitée par deux facteurs : la perception effective de ces paramètres (on ne voit souvent plus la chaussée sous l'eau, et on ne dispose pas nécessairement d'indicateurs visuels), et la compréhension du danger pour la stabilité et la maîtrise du véhicule.

4.5.5 Les décès liés aux déplacements à pied dans l'eau à l'extérieur des bâtiments

Parmi les trois grands « types » de circonstances de décès dus aux inondations, c'est logiquement le plus diversifié, de même qu'on observe des taux de 16 à 65% des victimes se trouvant en extérieur, en incluant les campings (étendus aux caravanes et mobil homes).

Les circonstances et causalités détaillées sont, hors témoignage direct, plus difficiles à déterminer, à commencer par le lieu exact de survenue du décès ou de l'accident. Un certain nombre de situations relèvent des pertes de stabilité lors de déplacements à pied dans l'eau, comme évoqué plus haut, ou de l'emportement d'un pont, d'une berge de cours d'eau... Certains travaux font apparaître une majorité d'hommes (l'inverse en Rhénanie du Nord Westphalie), plutôt plus jeunes que la moyenne des victimes.

Les motivations et activités mentionnées dans les différents travaux et bilans sont variés, sans que cette liste indicative revête une quelconque gradation ou différenciation de principe entre les situations :

- fuite d'un lieu exposé, bâtiment ou véhicule ;
- volonté de rejoindre son domicile ;
- tentative de porter secours, à titre professionnel ou bénévole, ou spontané (16% pour les événements aux USA de 1959 à 2005) ;
- tentative de protéger des animaux ou des biens ;
- volonté d'observer directement l'événement, le cours d'eau... que certains auteurs qualifient de « flood tourism » ;
- pratique de sports d'eaux vives comme le canyoning (14 victimes sur 298 sur l'arc méditerranéen français).

Pour les expositions « volontaires » dans la zone inondée, se pose naturellement la question de l'appréhension du risque physique et de la perception des conditions d'écoulement et de submersion auxquelles on est exposé, et du conflit entre objectifs du déplacement dans l'eau et risques encourus.

4.6 La question des comportements individuels

4.6.1 L'importance du facteur comportemental

Comme on a pu le voir au gré des questions et des types de circonstances évoqués plus haut, on est souvent confronté à des questions de comportements des personnes exposées au risque, et potentiellement victimes. Jonkman et Kelman (2005) font état de mentions et publications mettant en avant les comportements dans les facteurs de décès, notamment l'Organisation mondiale de la santé qui estime en 2002 que 40% des décès liés aux inondations en Europe sont liés à des comportements de « prise de risque ». Vinet et al (2016) mentionnent des publications australiennes imputant 90% des décès à des comportements « dangereux ». D'autres travaux évoquent des « erreurs de comportement » ...

Il existe plusieurs descriptions des étapes de perception et de réponse au risque, applicables au risque d'inondation. On peut notamment décrire de la façon suivante les réponses du public aux alertes et la mise en œuvre effective de mesures de protection individuelles face à l'imminence d'un danger, au travers d'un processus socio-psychologique en 5 étapes dans chacune dépend des informations disponibles et de leur interprétation (Ruin 2007, Ruin 2010) :

- percevoir les stimuli extérieurs de l'alerte ou des formes d'alerte ;
- comprendre la situation ;
- croire en l'information diffusée ;
- percevoir le danger pour soi ;
- évaluer les possibilités d'action (selon la connaissance des moyens adéquats, la capacité à mettre en œuvre, la capacité à évaluer rationnellement).

Ces déterminants, et les comportements qu'ils influencent, évoluent au fil de l'événement, de même que la vulnérabilité, il faut les considérer dans une logique dynamique (Vinogradova 2018) en regard de la dynamique de l'exposition au risque, de l'information disponible ...

Il ne s'agit pas ici d'approfondir ces questions de comportements, qui renvoient à un corpus de connaissances et d'informations spécifique, mais d'évoquer quelques premiers éléments de réflexion, qui peuvent faire sens pour le sujet spécifique des décès dus aux inondations. En particulier, on ne revient pas sur l'ensemble des questions scientifiques, institutionnelles et opérationnelles de l'éducation au risque, de la sensibilisation, de la connaissance des risques et de la connaissance de la vulnérabilité (d'un piéton dans l'eau, d'un véhicule...). On peut notamment rappeler qu'il est rare qu'une personne, confrontée à une expérience d'inondation menaçant sa vie, ait déjà une telle expérience directe dans le passé.

Weiss et al (2011) ont en particulier abordé la complexité de la sous-estimation du risque, analysée à travers trois types de représentations et perceptions, et le lien avec les comportements en temps réel :

- la représentation de l'environnement et du risque associé à cet environnement ;
- la perception des capacités individuelles de faire face à ce risque ; l'évaluation du risque par le public s'appuie davantage sur la perception de la gravité de la menace que sur la perception de la vulnérabilité ;

- la perception de l'autorité et de sa capacité à répondre aux demandes.

4.6.2 Pour quelles raisons rester exposé à l'inondation ou aller s'exposer ?

Au gré des paragraphes qui précèdent, ont été évoquées diverses situations, occupations, activités ou motivations qui peuvent contribuer au fait que des personnes restent dans l'eau, la traversent ou s'y rendent, lors d'une inondation.

Pour un nombre certain de cas de décès, il est impossible de déterminer ces éléments avec certitude. Il y a des limites dans les possibilités d'observer les comportements humains en cas de catastrophes, et il est pour le moins difficile de créer artificiellement des conditions d'une catastrophe pour espérer observer des comportements « réalistes » (Provitolo et al 2015). Des travaux ont dès lors consisté à interroger des sinistrés rescapés sur les déterminants principaux de leurs comportements, à défaut de pouvoir disposer d'informations factuellement représentatives des comportements et décisions des personnes décédées elles-mêmes.

Duclos et al 1991 ont ainsi mené des enquêtes auprès de personnes exposées à l'inondation de Nîmes, à domicile, sur les déterminants principaux de leurs comportements :

- se mettre en sécurité ;
- sauver sa vie ou celle des membres de sa famille ;
- sauver des animaux, sauver des biens personnels ;
- essayer de protéger un bâtiment contre l'entrée de l'eau, essayer de réduire les dommages ;
- panique, anxiété ;
- inquiétude pour les membres de sa famille ;
- ...

Dans leurs différents travaux, Ruin et Lutoff ont mené des entretiens et des enquêtes sur les comportements de sinistrés rescapés, ou de conducteurs ayant été exposés au risque d'inondation en particulier dans le Gard. Ces approches ont également porté sur des intentions des personnes potentiellement exposées, dans la perspective d'une situation de risque. Il en ressort, ainsi que de travaux tiers, un certain nombre d'observations qui peuvent apporter des éclairages sur les situations ayant conduit à des décès :

- la cohésion sociale favorise l'efficacité des réseaux d'alerte locaux ; les liens sociaux plus généralement participent des déterminants du comportement face au risque ;
- la perception de la crédibilité de l'alerte et sa confirmation (si elle a été reçue), la perception de la sécurité du domicile, le fait que la cellule familiale soit regroupée ou non, jouent un rôle manifeste sur les choix ;
- la voiture est ressentie comme un espace de sécurité ;
- les caractéristiques socio-démographiques apparaissent corrélées à certains traits de comportements (personnes âgées plus résistantes à l'évacuation ; femmes plus promptes à croire des messages d'alerte ; hommes plus méfiants par rapport aux consignes officielles ; hommes plus sûrs de leurs propres capacités et moins rétifs au risque ; jeunes adultes notamment masculins ayant tendance à sous-estimer le risque ; non-résidents moins rétifs à l'évacuation que les résidents, cherchant moins confirmation d'une alerte et ayant plus peur de disperser la famille, cherchant plus rapidement à s'éloigner de l'eau...) ;

- les responsabilités familiales jouent un rôle important ;
- une partie des déplacements concernent des occupations habituelles qui ne sont pas remises en cause, avec peu ou pas d'adaptation des itinéraires, notamment pour des déplacements professionnels, les personnes prenant diversement de la « liberté » par rapport à leurs contraintes professionnelles habituelles ; une autre partie des déplacements observés en alerte inondation est suscitée par l'événement (rassembler sa famille, mettre un véhicule à l'abri, chercher des animaux domestiques, porter secours à des proches, recherche des informations sur l'événement y compris de visu).

La décision en situation de crise et de pression temporelle est spécifique, soumise à des difficultés spécifiques. Se pose ainsi en particulier la question de l'articulation, et même de l'imbrication, entre situation de crise et actions / déplacements relevant de la vie quotidienne (Ruin 2020) :

- selon les signes avant-coureurs d'une inondation, il peut être difficile de faire la part des choses entre une perturbation de la normalité qui demande une adaptation à la marge, et des circonstances exceptionnelles qui nécessitent de changer radicalement de mode comportemental ;
- beaucoup d'activités de vie quotidienne sont réalisées en mobilisant peu d'efforts cognitifs, et sont exécutées sur la base d'expériences passées, automatiques, même si ces « routines » sont constamment adaptées en fonction d'objectifs ou de contraintes ; sortir d'un comportement routinier demande des efforts, une recherche et un traitement de l'information accrus.

Wilson (2006) ajoute que le choix de sauver des biens, par exemple, ne résulte pas d'une préférence pour ces biens par rapport à sa vie, mais d'une conscience des conséquences de la perte de ces biens quand cette perte apparaît certaine en l'absence d'action, en regard d'un risque personnel incertain ou mal perçu.

Signalons que Provitolo et al (2015) ont travaillé sur les enchaînements et chronologies de phases types de comportement, entre phases réflexes, paniques, inhibées, raisonnées... Ces questionnements et approches apparaissent notamment utiles pour considérer la dynamique du risque et du comportement, au cours de l'événement d'inondation.

4.7 Liste de documents consultés

Alderman, K., Turner, L.R., & Tong, S. (2012). Floods and human health: a systematic review. *Environment International*, 47, pp. 37-47.

Allouche, A., Nicolas, L., & Tourment, R. (2012). Approche socio-anthropologique pour l'évaluation de la vulnérabilité sociale des zones protégées par les digues fluviales du Rhône aval. Congrès SHF - Société Hydrotechnique de France "Événements extrêmes fluviaux et maritimes", Paris, 1-2 février 2012, 8 p.

Antoine, J.-M., Desailly, B., & Gazelle, F. (2001). Les crues meurtrières du Roussillon aux Cévennes. *Annales de Géographie*, 110 (622), pp. 597-623.

Ashley, S.T., & Ashley, W.S. (2008). Flood fatalities in the United States. *Journal of Applied Meteorology and Climatology*, 47, pp. 805-818.

Belin, P., & Moulin, C. (2012). Analyse des situations de danger dans le cadre du retour d'expérience des inondations des 15 et 16 juin 2010 dans le Var. Congrès SHF "Événements extrêmes fluviaux et maritimes", Paris, 1-2 février 2012, 8 p.

Berry, P., Clarke, K.-L., Fleury, M. D., & Parker, S. (2014). Santé humaine. Dans "Vivre avec les changements climatiques au Canada: perspectives des secteurs relatives aux impacts et à

l'adaptation", édité sous la responsabilité de Warren FJ et Lemmen DS, Gouvernement du Canada, pp. 191-232.

Bocanegra, R. A., Vallés-Mor#an, F. J., & Francés, F. (2020). Review and analysis of vehicle stability models during floods and proposal for future improvements. *Journal of Flood Risk Management*, 13(S1), e12551. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12551>

Boissier, L. (2013). La mortalité liée aux crues torrentielles dans le Sud de la France : une approche de la vulnérabilité humaine face à l'inondation. Thèse de doctorat, Université Paul Valéry - Montpellier 3, 186 p., ann.

Boudou, M. (2015). Approches multidisciplinaires pour la caractérisation d'inondations remarquables: enseignements tirés de neuf événements en France (1910-2010). Thèse de doctorat, Université Paul Valéry - Montpellier 3, 464 p.

Boyd, E.C.-K. (2011). Fatalities due to hurricane Katrina's impacts in Louisiana. Thèse de doctorat, Louisiana State University, 280 p.

Brazdova, M. & Riha, J. (2014). A simple model for the estimation of the number of fatalities due to floods in central Europe. *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 14, pp. 1663-1676.

Bryant, C.D. (2021). Examining the effectiveness of "turn around don't drown". Thèse de master, Louisiana State University, 64 p.

Centre for Research on the Epidemiology of Disasters (2022). 2021 disasters in numbers. Université Catholique de Louvain.

Cérema, & MIIAM - Mission Interrégionale Inondation Arc Méditerranéen (2020). Gestion des passages à gué et ponts submersibles sur l'arc méditerranéen: constats, diagnostics et pistes d'amélioration. 118 p.

Cérema (2021). Victimologie liée aux inondations sur l'arc méditerranéen. Rapport d'étude pour la MIIAM - Mission interrégionale Inondation Arc Méditerranéen, - avec la participation de Université Montpellier 3, Generali, Cypres, 40 p.

CETE Méditerranée (2012). Crues du Var: analyse des situations de dangers - retour d'expérience. Rapport d'étude au SCHAPI - Service central d'hydrométéorologie et d'appui à la prévision des inondations, 30 p.

CGEDD (2016). Propositions d'actions pour mieux gérer les inondations en zone méditerranéenne et limiter leurs conséquences. Rapport n° 919664-01, 76 p.

Diakakis, M., Deligiannakis, G., Andreadakis, E., Katsetsiadou, K.N., Spyrou, N.I., & Gogou, M.E. (2019). How different surrounding environments influence the characteristics of flash flood mortality : The case of the 2017 extreme flood in Mandra, Greece. *Journal of Flood Risk Management*, 13 : e12613, 16 p.

Diakakis, M., & Deligiannakis, G. (2017). Flood fatalities in Greece:1970–2010. *Journal of Flood Risk Management*, 10(1), 115–123.

Diakakis, M., & Papagiannaki, K. (2021). Characteristics of Indoor Flood Fatalities : Evidence from Greece. *Sustainability*, 13(8612), 15 p.

Dostal, P. (2014). Disaster Evacuation for Older Adults Designated as Homebound, Université de Pennsylvanie, 6 juin 2014, 51 p.

Duclos, P., Vidonne, O., Beuf, P., Perray, P., & Stoebner, A. (1991). Flash flood disaster - Nîmes France 1988. *European Journal of Epidemiology*, 7(4), pp. 365-371.

European Environmental Agency (2021). Economic losses and fatalities from weather- and climate-

related events in Europe.

GSC Geosciences Consultants (1995). Etude de la vulnérabilité humaine face aux crues et inondations et critères pertinentes pour l'identification des sites concernés par le projet de loi. Rapport au Ministère de l'environnement (DPPR, Sous-direction de la prévention des pollutions et des risques), 59 p., ann.

Jonkman, S.N., & Kelman, I. (2005). An analysis of the causes and circumstances of flood disaster deaths. *Disasters*, 29(1), pp. 75-97.

Jonkman, S.N. (2007). Loss of Life Estimation in Flood Risk Assessment: Theory and Applications, Thèse de doctorat, Technical University Delft, 354 p.

Jonkman, S. N., & Penning-Rowsell, E. (2008). Human instability in flood flows. *Journal of the American Water Resources Association*, 44(5), 1208–1218. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2008.00217.x>

Kolen, B., Slomp, R., van Balen, W., Terpstra, T., Bottema, M., & Nieuwenhuis, S. (2010) Retour d'expériences après la tempête Xynthia en France, leçons pour les Pays-Bas, Ministerie van Verkeer en Waterstaat & HKV Consultants, Pays-Bas, 73 p.

LSJV - RLP Landesmat für Soziales, Jugend und Versorgung Rheinland-Pfalz (2022). Informationen zur Flutkatastrophe im Ahrtal, réponse à enquête DKKV - Deutsches Komitee Katastrophenvorsorge e.V. "Opfer- und Schadensdaten der Flut 2021", 3 p.

Mantey, K., Cocoz, F., Boulogne, O., Torrents, R., Guibert, N., Six, C. & Malfait, P. (2012). Surmortalité associée à un déplacement en urgence des personnes âgées hébergées en institution suite aux inondations du Var en 2010. *Geriatr. Psychol. Neuropsychiatr. Vieil.*, 10(4), pp. 373-382

Maranzoni, A., D'Oria, M., & Rizzo, C. (2022) Quantitative flood hazard assessment methods: A review, *J. Flood Risk Management*, 2022, e12855, 31 p.

Martínez-Gomariz, E., Gomez, M., Russo, B., & Djordjevic, S. (2018). Stability criteria for flooded vehicles: A state-of-the-art review. *Journal of Flood Risk Management*, 11(S2), S817–S826. <https://doi.org/10.1111/jfr3.12262>

National Weather Service (2007). Storm data preparation, National Weather Service Instruction 10-1605, 97 p.

Nomura, S., Gilmour, S., Tsubokura, M., Yoneoka, D., Sugimoto, A., Oikawa, T., Kami, M., & Shibuya, K. (2013) Mortality Risk amongst Nursing Home Residents Evacuated after the Fukushima Nuclear Accident: A Retrospective Cohort Study, *PLoS ONE* 8(3), e60182.

Papagiannaki, K., Petrucci, O. et al (2022). Developing a large-scale dataset of flood fatalities for territories in the Euro-Mediterranean region FFEM-DB. *Scientific Data*, 9(166), 14 p.

Paprotny, D., Sebastian, A., Morales-Napoles, O., & Jonkman, S.N. (2018). Trends in flood losses in Europe over the past 150 years. *Nature communications*, 9(1985), 12 p.

Penning-Rowsell, E., Floyd, P., Ramsbottom, D., & Surendran, S. (2005). Estimating Injury and Loss of Life in Floods: A Deterministic Framework. *Natural Hazards*, 36, pp. 43-64.

Petrucci, O. (2022) Review article: Factors leading to the occurrence of flood fatalities: a systematic review of research papers published between 2010 and 2030, *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 22, 71-83

Pierre Scholl Risques Naturels et Communication (2020). Comportements à risques susceptibles de provoquer des décès lors d'inondations sur l'arc méditerranéen - analyse bibliographique préalable à la conception d'affiches de sensibilisation utilisant le média photographique. Rapport à

la MIIAM - Mission Interrégionale Inondation Arc Méditerranéen, 20 p.

Provitolo, D., Dubos-Paillard, E., Verdière, N., Lanza, V., Charrier, R., Bertelle, C. & Aziz-Alaoui, M.A. (2015) Les comportements humains en situation de catastrophe: de l'observation à la modélisation conceptuelle et mathématique, *Cybergeo European Journal of Geography* (en ligne), document 735

Ruin, I., & Lutoff, C. (2004). Vulnérabilité face aux crues rapides et mobilités des populations en temps de crise. *La Houille Blanche*, 90(6), pp. 114-119.

Ruin, I. (2007). Conduite à contre-courant - Les pratiques de mobilité dans le Gard: facteur de vulnérabilité aux crues rapides. Thèse de doctorat, Université Grenoble I, 318 p., ann.

Ruin, I. (2010). Conduite à contre-courant et crues rapides, le conflit du quotidien et de l'exceptionnel. *Annales de géographie*, 2010/4(674), pp. 419-432.

Ruin, I. (2020) Mobilités quotidiennes et crues éclair: une rencontre à haut risque!, Mémoire présenté pour obtenir l'habilitation à diriger les recherches, Université Grenoble Alpes, 180 pages.

Saint-Martin, C. (2018). Prise en compte des vulnérabilités territoriales dans l'avertissement des crues rapides: vers une amélioration de la méthode AIGA. Thèse de doctorat, Université Montpellier - Paul Valéry, 269 p.

Salvati, P, Petrucci, O., Rossi, M., Bianchi, C., Pasqua, A.P., & Guzzetti, F. (2018). Gender, age and circumstances analysis of flood and landslide fatalities in Italy. *Science of the Total Environment*, 610-611, pp. 867-879.

Schoeneich, P., Busset-Hechoz, M.-C. (1998). La dissonance cognitive: facteur explicatif de l'accoutumance au risque, *Revue de géographie alpine*, 86 (2), pp 53-62

Shah, S. M. H., Mustaffa, Z., Martínez-Gomariz, E., Yusof, K. W., & Al-Qadami, E. H. H. (2021). A review of safety guidelines for vehicles in floodwaters. *International Journal of River Basin Management*, 19(1), 25–41. (abstract seulement)

Terti, G. (2017). Forecasting of flash-flood human impacts integrating the social vulnerability dynamics. Thèse de doctorat, Communauté Université Grenoble Alpes, 152 p., ann.

Thieken, A. (2022). Von zu viel bis zu wenig - das Spektrum der Wasserextreme und deren Risikomanagement, présentation à Nationales Fachforum : Wasserextreme als Folge des Klimawandels, 28-29 Mars 2022, Bremerhaven

Thieken, A., Bubeck, P., Zenker, M.-L., & Wutzler, B. (2022a). Analyse der Todesumstände und -ursachen der Opfer des Hochwassers 2021 in Nordrhein-Westfalen zur Ableitung von Verbesserungspotenzialen in der Risikokommunikation und Warnung, KAHR (Klima Anpassung Hochwasser Resilienz) Science Conference, 29-30 juin 2022

Thieken, A., Bubeck, P., Zenker, M.-L., & Wutzler, B. (2022b). Strukturierte Auswertung der Dokumentationen zu allen Hochwassertodesopfern in Nordrhein-Westfalen im Juli 2021 und Herausarbeitung von Verbesserungspotenzialen in der Risikokommunikation und in den Warnprozessen anhand der Todesumstände und -ursachen sowie Ereignischarakteristika, Gutachten für den Parlamentarischen Untersuchungsausschuss V (Hochwasserkatastrophe) des Landtags Nordrhein - Westfalen, Universität Potsdam, 50 p.

Torterotot, J.P. (1993) Le coût des dommages dus aux inondations: estimation et analyse des incertitudes, Thèse de doctorat, Ecole nationale des ponts et chaussées, 303 et 350 p.

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).

- Vinet, F., Defossez, S., Rey, T., & Boissier, L. (2012). Le processus de production du risque "submersion marine" en zone littorale: l'exemple des territoires "Xynthia". *Norois*, 222, pp. 11-26.
- Vinet, F., Boissier, L., & Saint-Martin, C. (2016). Flashflood-related mortality in southern France: first results from a new database. *E3S Web of Conferences* 7, FLOODrisk 2016 - 3rd European Conference on Flood Risk Management, 10 p.
- Vinet, F. (2018). Impacts humains et sanitaires des inondations. Dans Vinet F. (publié sous la direction de), *Inondations 1 : la connaissance du risque*, ISTE Press Elsevier
- Vinet, F., Cherel, J.-P., Weiss, K., Lewandowski, M. & Boissier, L. (2022) La mortalité liée aux inondations en région méditerranéenne française (1980–2020), *LHB*, 108:1, 15 p.
- Vinogradova, M. (2018). Flood and extreme weather fatalities in the UK: exploring vulnerability and context. Thèse de doctorat, King's College London, 290 p.
- Weiss, K., Girandola, F., & Colbeau-Justin, L. (2011). Les comportements de protection face au risque naturel: de la résistance à l'engagement. *Pratiques psychologiques*, 17(2011), pp. 251-262.
- Wilson, T. (2006). Les risques de blessures et de décès par imprudence lors des inondations. *Les Annales des Mines - Responsabilité & Environnement*, 43, pp. 57-63.
- Xia, J., Falconer, R. A., Wang, Y., & Xiao, X. (2014). New criterion for the stability of a human body in floodwaters. *Journal of Hydraulic Research*, 52(1), 93–104.
- Yasumura, S. (2014) Evacuation Effect on Excess Mortality among Institutionalized Elderly after the Fukushima Daiichi Nuclear Power Plant Accident, *Fukushima J. Med. Sci.*, 60(2), pp 192-195.

5 Annexe 5 : note de cadrage de la mission (extrait)



Circonstances des décès dus aux inondations

NOTE DE CADRAGE

Mission CGEDD n° 014349-01, IGA n°

établie par
Marc-Etienne Pinault
Jean-Philippe Torterotot

Juin 2022



1 Commande et contexte, premiers éléments de cadrage global

1.1 La commande formulée

L'objectif central de la commande, qui concerne les différents types d'inondations pouvant conduire à des décès en France (submersions marines, crues torrentielles, débordements de cours d'eau, et si possible ruissellement), est de chercher à comprendre les circonstances des décès afin de déterminer comment limiter le nombre de ces décès. La lettre de commande figure en annexe 1.

Il s'agit pour cette mission de conduire un travail d'analyse et d'élaboration de propositions contribuant à la mise en oeuvre du premier objectif de la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation adoptée le 7 octobre 2014 : « Augmenter la sécurité des populations exposées », la priorité nationale étant de « limiter au maximum le risque de pertes de vies humaines en développant la prévision, l'alerte, la mise en sécurité et la formation aux comportements qui sauvent ».

Cette commande se décline plus précisément selon les lignes suivantes :

- recenser les décès et analyser leurs circonstances, sur les territoires touchés par les aléas d'inondation ;
- effectuer un retour d'expérience des événements des dernières années pour examiner les circonstances des décès, en termes de lieu et de conditions physique de survenue des décès, de caractéristiques des victimes, de leur comportement... ;
- évaluer les facteurs qui expliquent la mortalité ;
- examiner la portée réelle et l'appropriation des consignes de sécurité et des mesures de prévention (campagnes nationales, locales...);
- analyser les décès au sein de bâtiments, au regard des règles d'urbanisme applicables sur ces secteurs ;
- élaborer d'éventuels enseignements, y compris de portée nationale, pour la compréhension des circonstances et causes et pour des mesures de nature à éviter les décès.

1.2 Les éléments de connaissance disponibles à ce jour et les limites des connaissances accessibles à un horizon de temps limité

Il y a de nombreux rapports d'inspections, « survolant » le plus souvent la question des décès (annexe 2), et depuis 10 ans des publications scientifiques et techniques identifiés et déjà consultés par la mission (annexe 3).

Elle dispose ainsi de bilans non consolidés de décès dus aux inondations, notamment depuis 2010 (annexe 4).

Les données et informations relatives aux décès dus aux inondations figurent dans les travaux diversifiés sur des périodes allant de plusieurs siècles à une année, sur différents périmètres géographiques (territoire national ou seul arc méditerranéen), et en fonction de la gravité des événements pris en compte. La mission n'a à ce jour trouvé aucun recensement exhaustif à l'échelle du territoire national depuis 1995. Pour les événements les plus meurtriers sur plusieurs décennies, et pour l'arc méditerranéen depuis plus de 10 ans on dispose d'une vision complète ou quasi complète.

Sauf exception marginale, les décès recensés et étudiés sont des décès directs dus à l'événement hydroclimatique ou marin, et immédiats. Il n'y a pas de vision représentative des décès indirects ou

différés, ni des effets des inondations sur la santé qui peuvent néanmoins être significatifs. Les commentaires et informations accompagnant les données devraient permettre de faire les distinctions entre les décès dus directement aux inondations et les autres décès concomitants.

La mission choisit d'exclure les décès qui seraient dus à des phénomènes concomitants mais différents de l'inondation, et de se concentrer sur les décès directs et immédiats dus aux inondations (cf point 2.1).

Deux ensembles de travaux de recensement et de description sont particulièrement représentatifs: la synthèse de Géosciences Consultants de 1970 à 1995 et la succession de travaux conduits par une équipe de recherche de l'université Montpellier 3. Celle-ci a créé et développé la base de données Vict-In qui décrit les circonstances de décès individuels. Elle s'est constituée progressivement sur 10 départements de l'arc méditerranéen de 1988 à 2011, s'est élargie à deux autres départements méditerranéens et à la tempête Xynthia, et s'élargit plus récemment à d'autres zones géographiques, tout en visant la meilleure couverture temporelle possible à partir de 1980.

1.3. 2010 année charnière pour le travail de la mission

L'année 2010 constitue sur 90 ans au moins un « pic » dans le nombre de décès dus aux inondations, avec en particulier la submersion marine liée à la tempête Xynthia, et les inondations du département du Var la même année (78 victimes et disparus pour ces deux événements). L'importance du bilan humain, et la succession d'actualités judiciaires concernant Xynthia, ont marqué les esprits.

Cette année et ces événements ont conduit à l'élaboration par le gouvernement du plan submersions rapides, dont les objectifs et suites continuent à être développés, dans une vision large et intégrée d'actions portant sur les différents champs de la gestion du risque d'inondation, y compris à l'égard d'événements moins rapides.

Outre l'échelle de temps de dix ans visée par la lettre de commande, la mission considère que la période 2010 – 2021 est un périmètre temporel approprié pour les différentes activités qu'elle entend mener : sauf s'il s'agit de prendre en compte des résultats de travaux techniques et scientifiques antérieurement menés, rechercher de l'information pour des événements remontant à plus que quelques années est très coûteux et peu efficient. En cohérence, concernant la définition et la mise en œuvre des politiques publiques, la situation de référence prise en compte par la mission correspond à l'après 2010 et notamment la déclinaison du plan submersions rapides.

2 Enjeux et exigences particulières

2.1 Quelles approches pour une meilleure connaissance des circonstances des décès directs et immédiats dus aux inondations?

Dans les travaux dont la mission a pu prendre connaissance à ce stade, hormis une approche par dépouillement systématique de la presse au Royaume-Uni, les travaux détaillés de détermination des circonstances des décès s'appuient sur une diversité de sources d'informations et/ou témoignages pour recenser et « décrire » les cas un par un. Ces différentes sources sont hétérogènes en contenu, en éléments décrits, en fiabilité... Autrement dit, c'est un travail de recoupement au cas par cas d'informations disparates, au contact direct ou indirect du terrain.

Les travaux importants identifiés à ce stade (hors ceux relatifs à l'ouragan Katrina aux Etats-Unis) portent d'abord sur les décès directs immédiats :

- directs dans le sens où il ne se seraient pas produits en l'absence de l'événement d'inondation (les décès au sein des équipes de secours, pendant l'événement, relèvent des

cas pris en compte, par exemple) ;

- immédiats dans le sens où l'effet se manifeste dans la temporalité de l'événement et figure dans les informations liées à la manifestation de l'événement.

L'incertitude sur recensement et les circonstances des décès varie en moyenne selon que ces décès sont directs ou indirects, immédiats ou différés (incertitude souvent assez faible sur un décès direct immédiat, moyenne sur un décès indirect immédiat, forte sur un décès direct différé, très forte sur un décès indirect différé).

La mission choisit de concentrer son travail sur les décès directs et immédiats, sans négliger l'intérêt qu'il y aurait dans l'absolu à développer des travaux scientifiques de fond sur les effets des inondations sur les autres types de décès et sur la santé, la morbidité...

2.2 Ne pas se précipiter après l'événement et en même temps ne pas laisser les mémoires se brouiller

Les circonstances des événements d'inondations entraînant des victimes (ou des disparitions) sont souvent intrinsèquement traumatisantes, tout particulièrement pour l'entourage et les proches des victimes, et pour les témoins des décès. Outre les questions de nature juridique en cas d'enquête ou de procédure judiciaire, il peut s'avérer socialement et psychologiquement compliqué de solliciter des témoignages très rapidement après l'événement, à des fins « administratives » ou « techniques ».

A contrario, pour déterminer et comprendre les circonstances des décès, sans possibilité de témoignage de la victime elle-même, il est indispensable de croiser différentes sources d'informations (circonstances physiques, exposition de la victime, interventions de secouristes / de secours...) et de disposer de témoignages fiables, que le temps n'aura pas trop brouillés et que le traumatisme n'aura pas « réécrits ».

Chaque fois que cela est possible, le recensement des décès et la détermination des circonstances des décès dus aux inondations devra pouvoir s'effectuer dans un délai limité après l'événement. Il en va de même pour des investigations sur l'effet potentiel des actions de sensibilisation, de prévention individuelle sur les comportements au cours de l'événement (cf 2.5).

Pour des événements plus anciens, il reste toujours possible d'analyser les données de circonstances antérieurement recueillies, et bien sûr de valoriser les analyses effectuées à la suite du recueil de données.

2.3 Valoriser les connaissances et données disponibles

Comme cela a été indiqué plus haut, le recueil des informations liées aux survenues et circonstances des décès dus aux inondations nécessite un travail fin, au cas par cas, et si possible dans un délai pas trop long après un événement. Cela conduit à valoriser au maximum les données déjà existantes, a fortiori à valoriser les collations critiques d'informations déjà réalisée dans le cadre d'un travail minutieux et approfondi.

La base de données Vict-In, mentionnée en 1.2, constitue en France la plus grande source d'information détaillée et aussi homogène que possible, représentative en particulier de « grands événements meurtriers assez récents ». L'extension en cours renforce la représentativité de cette base sur une durée de plus de 20 ans.

Plutôt que d'envisager la constitution d'une base de données nouvelle, comme pourrait le laisser entendre la lettre de commande, la mission considère qu'il est prioritaire de s'appuyer autant que

faire se peut sur cette base, que des efforts substantiels et hors de portée de la mission ne permettraient pas d'égaliser même de loin.

Le travail scientifique, validé par un doctorat, qui a précédé la définition et la structuration de la base, constitue un facteur de valeur supplémentaire de cette base.

Dans une perspective ultérieure de systématisation de la capitalisation de la connaissance sur les décès futurs dus aux inondations, il semble tout aussi logique de s'appuyer, sous des modalités à définir, sur les acquis et l'existence de la base.

Les connaissances et analyses qui pourront être produites, au titre d'activités de recherche, d'appui scientifique à la politique publique ou d'évaluation de la politique publique, pourront ultérieurement conduire à envisager des évolutions / enrichissements du contenu de la base pour des événements futurs ou récents.

2.4 Adopter des angles de vue complémentaires ?

Les données et informations collectées et analysées à ce jour portent sur les cas de décès (directs et immédiats, sauf exception) ou de disparitions constatés. Il ressort des retours sur plusieurs événements que le nombre de personnes « sauvées de justesse » serait d'un ordre de grandeur égal ou supérieur à celui des décès et disparitions. La compréhension de ces situations de personnes « sauvées de justesse » (et de l'impact des mesures et dispositifs de prévention et de sensibilisation) est de nature à enrichir la compréhension des circonstances pouvant conduire à des décès, dès lors qu'on aurait donné une définition systématique à ces situations à considérer, et qu'on aurait élaboré un cadre de description spécifique cohérent avec le cadre de description des circonstances des décès. C'est un point de réflexion pour la mission.

Par ailleurs, quand on recense et décrit les cas de décès, on est en mesure sur un ou plusieurs événements d'apprécier la prégnance de certains types de circonstances (par exemple « véhicules emportés par les eaux », « noyades dans un bâtiment avec ou sans étage situé au-dessus du niveau atteint par l'eau concernant des personnes présentant certaines caractéristiques d'âge ou de santé »...). A contrario, on ne dispose pas aujourd'hui d'une capacité d'appréciation sur les risques que courent les personnes placées dans de telles circonstances. A ce stade, la mission a identifié un nombre limité de mentions à des travaux scientifiques visant à une « pré-détermination » des nombres de décès. L'estimation post-événement du nombre de personnes placées dans des circonstances facteurs de risques de décès, et dont une partie est décédée ou disparue, est également un point de réflexion pour les recommandations que pourra élaborer la mission.

2.5 Comment approcher l'effet et l'efficacité des politiques et mesures mises en œuvre ?

Pour investiguer les comportements en relation avec les actions de prévention, de sensibilisation..., à l'image des travaux conduits au sein de l'université de Grenoble (notamment par Isabelle Ruin) sur les comportements de déplacements routiers en cas d'inondations, il faut que les personnes interrogées puissent se placer mentalement dans une situation représentative des circonstances des événements d'inondations concernées. A ce stade, il apparaît souhaitable de conduire ce type d'investigations post-événement, pour recueillir des témoignages sur les comportements effectifs, les attitudes face à l'événement, et le cas échéant pour anticiper les comportements face à des conditions un peu différentes de celles réellement observées. Un travail approfondi sur ce sujet dépasserait largement le cadre de la mission, qui pourra élaborer des recommandations.

3 Méthodologie

On décrit la méthodologie élaborée par la mission, en fonction de la structure du contenu de la commande telle que décrite au 1.1.

Questions 1 et 2 : recenser les décès, examiner et analyser leurs circonstances sur des territoires touchés

Les données relatives aux décès dans l'arc méditerranéen depuis 2010 sont intégrées dans la base Vict-In, et les travaux mentionnés en annexe disposent a priori d'une identification des situations concernées qui semble robuste. A contrario, les recensements sur les autres territoires n'ont pas été menés et collationnés de façon systématique. La mission a sollicité les DREAL de bassin pour compléter / critiquer sur l'espace de temps 2010-2021 une compilation des nombres de décès par événements réalisée à partir de synthèses existantes. Il s'agit de consolider un recensement à compter de l'année 2010 et pouvoir le comparer au contenu actuel de la base Vict-In, en prenant l'attache de l'équipe de l'université Montpellier 3.

Sur la base de cette comparaison, on examinera en liaison avec les gestionnaires de la base comment obtenir une complétude raisonnable des descriptions de décès France entière depuis 2010 dans Vict-In, au besoin en sollicitant les services de l'Etat au niveau départemental, s'agissant de cas a priori isolés, réduits en nombre, nécessitant plus de proximité au terrain que de temps pour recueillir les informations disponibles encore existantes.

Question 3 : évaluer les facteurs qui expliquent la mortalité

En marge de la mission, le CGEDD élaborera une rapide synthèse critique des connaissances déjà disponibles sur les circonstances des décès dus aux inondations (travaux approfondis portant selon les cas sur un ou plusieurs événements). Pour la plupart, ces travaux dénombrent les types de circonstances (aléa, exposition, caractéristiques personnelles, éléments de comportements) rencontrés de façon plus ou moins importantes parmi les cas de décès. On exploitera certains résultats étrangers identifiés, pouvant avoir une certaine représentativité pour la France.

Selon l'état des travaux d'analyse et d'exploitation de la base Vict-In au sein de l'université Montpellier 3, la mission examinera l'opportunité de réaliser une analyse de données multi-variée nouvelle sur tout ou partie du contenu de la base, qui pourrait être conduite par le CGEDD.

Question 4 : examiner la portée réelle et l'appropriation des consignes de sécurité et des mesures de prévention

A l'échelle des moyens et du temps disponibles pour le travail de la mission, cette question sera traitée dans le cadre de contacts avec des responsables (Etat, collectivités et notamment maires) et relais d'opinion sur trois terrains d'événements meurtriers récents : dans les Alpes-Maritimes en 2020 (tempête Alex, 10 décès, 8 disparus : communes de Breil-sur-Roya, La Bollène-Vésubie, Roquebillière, Saint-Martin-Vésubie, Tende pour les circonstances de décès ou disparitions connues), dans le Var en 2019 (12 décès en 2 séquences de temps rapprochées : communes de Cabasse, Fréjus, Grimaud, Le Muy, Saint Antonin du Var, Saint Maximin, Saint Paul en Forêt, Tanneron), dans l'Aude en 2018 (14 décès : communes de Carcassonne, Saint-Couat-d'Aude, Trèbes, Villalier, Villardonne, Villegailhenc).

La mission examinera la faisabilité et l'efficacité de contacts hors zone méditerranéenne, en fonction des recensements en cours avec l'aide des DREAL de bassin.

Par ailleurs, on confrontera les résultats de l'analyse des circonstances de décès avec la nature des dispositifs et mesures de politique publique, notamment initiés ou révisés à la faveur du plan submersions rapides.

Cela alimentera en particulier le travail décrit en 3.5.

Question 5 : analyser les décès au sein de bâtiments, au regard des règles d'urbanisme applicables sur ces secteurs

Pour répondre à cette question, il faut être en mesure d'examiner, pour les bâtiments ayant été le lieu de survenue de décès, la conformité aux règles d'urbanisme et aux règles constructives en vigueur au moment de la construction du bâtiment (dont celles mise en place dans le cadre de PPRI) , des règles d'urbanisme et des règles constructives qui seraient aujourd'hui applicables avec ou sans obligation de mise en conformité de bâtiment antérieurs. Ce retour intégrera les éventuelles actions de contrôle de légalité sur les actes d'urbanisme.

Ce travail nécessite une présence prolongée sur les zones ayant été inondées, ainsi que des compétences de contrôle en matière d'urbanisme. La mission prévoit de solliciter les directions départementales des territoires et de la mer sur les mêmes territoires que les investigations prévues au 3.3, sous le couvert des préfets.

Question 6 : élaborer d'éventuels enseignements pour la compréhension des circonstances et causes et pour la mise en œuvre de mesures de nature à éviter les décès

Ce travail résultera de la synthèse des informations recueillies et analyses effectuées antérieurement. La mission prévoit sur ce point de s'appuyer sur des échanges avec les responsables et relais d'opinion qui seront rencontrés au titre du 3.3 dans trois départements.

Elle s'appuiera également sur des échanges avec des acteurs au niveau national.

6 Annexe 6 : instruction interministérielle du 31 décembre 2015 relative à la prévention des inondations et aux mesures particulières pour l'arc méditerranéen face aux événements météorologiques extrêmes

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE	RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie	Ministère de l'intérieur
Direction générale de la prévention des risques	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
Service des risques naturels et hydrauliques	Sous-direction de la planification et de la gestion de crise
Bureau de l'action territoriale	Bureau d'analyse et de gestion des risques

**Instruction du Gouvernement du 31 décembre 2015
relative à la prévention des inondations et aux mesures particulières pour l'arc
méditerranéen face aux événements météorologiques extrêmes**

NOR : DEVP1529009J

(Texte non paru au Journal officiel)

La ministre de l'écologie, du développement durable et de l'énergie,

et

Le ministre de l'intérieur,

à

Pour exécution :

Préfets de région littorale de l'arc méditerranéen

- Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement (DREAL)

Préfets de département littoral de l'arc méditerranéen

- Direction départementale des territoires et de la mer (DDT(M))

Pour information :

Secrétariat général du Gouvernement

Secrétariat général du MEDDE et du MI

Direction générale de la prévention des risques (DGPR)

Direction générale de la sécurité civile et de la gestion de crise (DGSCGC)

Résumé

Suite aux averses orageuses et inondations dramatiques dans les Alpes-Maritimes les 3 et 4 octobre 2015, les préfets de région et de département de l'Arc Méditerranéen doivent prendre avec les collectivités des mesures d'information des populations (dossier d'information communal sur les risques majeurs (DICRIM), de réduction de la vulnérabilité des habitations, de prise en compte des effets du ruissellement dans les documents de prévention (plans de prévention des risques naturels

(PPRN) et d'urbanisme (plans locaux d'urbanisme (PLU) et dans les programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI), contrôler les mesures prises dans les campings et réaliser les plans communaux de sauvegarde (PCS) dans les meilleurs délais.

Chaque préfet de département concerné transmettra à la direction générale de la prévention des risques (DGPR / SRNH) et à la direction générale de la sécurité civile (DGSCGC), d'ici le 1er mars 2016, un état d'avancement circonstancié des mesures engagées en application de la présente instruction. Ce point d'avancement présentera, le cas échéant, pour chaque mesure, les raisons des retards constatés et proposera un échéancier précis et argumenté de mise en oeuvre.

Catégorie : Directive adressée par les ministres aux services chargés de leur application		Domaine : Ecologie développement durable – Risques naturels Intérieur - Sécurité civile	
Type : Instruction du gouvernement <input checked="" type="checkbox"/> et/ou <input type="checkbox"/>		Instruction aux services déconcentrés <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	
Mots clés liste fermée : Energie, Environnement Sécurité		Mots clés libres : Information ; plan ; prévention ; risque naturel ; méditerranée ; ruissellement ; cévenole.	
Textes de référence : - Code de l'environnement : Articles L.125-2 et R.125-9 à R.125-22, L. 562-1 à L. 566-12 et R. 562-1 à R. 566-18, - Code de l'urbanisme : Articles L.443-2 et R.443-1 à R.443-16, - Code de sécurité intérieure : Articles L.731-3 et R. 731-1 à R. 731-10, - Circulaire du 7 avril 2010 relative aux mesures à prendre suite à la tempête Xynthia du 28 février 2010, - Circulaire du 17 février 2011 relative aux suites de la tempête Xynthia et des inondations du Var, validation du plan submersion rapide, lancement du nouvel appel à projet PAPI, - Instruction du Gouvernement du 6 octobre 2014 relative à l'application de la réglementation spécifique aux terrains de camping et de caravanage situés dans les zones de submersion rapide.			
Circulaire(s) abrogée(s) :			
Date de mise en application : Immédiate			
Pièce(s) annexe(s) :			
N° d'homologation Cerfa :			
Publication	<input checked="" type="checkbox"/> BO	<input checked="" type="checkbox"/> Site circulaires.gouv.fr	<input type="checkbox"/>

Des pluies et averses orageuses, d'une intensité exceptionnelle et très localisées, ont lourdement affecté le département des Alpes Maritimes les 3 et 4 octobre 2015. Elles ont entraîné de graves inondations qui ont provoqué le décès de 20 personnes et causé des dommages considérables. Cet épisode, lié aux phénomènes météorologiques récurrents de type méditerranéen qui se produisent généralement au début de l'automne, fait suite aux nombreux épisodes de l'année 2014.

Ces événements dramatiques récents, dont les conséquences sont aggravées en raison de la vulnérabilité croissante des territoires impactés et qui pourraient se multiplier avec le

changement climatique, nous conduisent à vous demander de prendre, sans attendre, des mesures de prévention et de sauvegarde spécifiques aux territoires du pourtour méditerranéen.

Ces mesures s'appuient sur les premiers résultats des retours d'expérience que vous avez conduits, sur ceux réalisés par Météo France à notre demande ainsi que sur la consultation des parties prenantes dans le cadre du développement des actions de culture du risque, que nous avons menée lors de la réunion de la Commission mixte inondations du 5 novembre dernier.

Ces mesures de prévention visent, pour l'Etat et les collectivités à :

- renforcer le niveau d'information et promouvoir les comportements adaptés des populations ;
- réduire la vulnérabilité des habitations situées sur des terrains inondables, en ciblant plus particulièrement l'exposition des parkings souterrains aux phénomènes de ruissellements rapides ;
- améliorer la prise en compte des effets du ruissellement dans la réglementation et les pratiques en matière d'aménagement et d'urbanisme des territoires exposés (PLU, PPR...);
- déployer les programmes d'action de prévention des inondations (PAPI) sur tous les territoires, en développant un volet ruissellement incluant des mesures adaptées ;
- contrôler et faire réaliser les mesures de prévention dans les campings exposés ;
- préparer la crise en réalisant les Plans Communaux de Sauvegarde (PCS).

1- L'information des populations :

L'information préventive sur les risques est une obligation partagée entre les collectivités publiques.

Nous constatons qu'au niveau national, seulement 25 % des communes ayant obligation de le faire, disposent d'un document communal d'information sur les risques majeurs (DICRIM) qui doit permettre à la population de connaître les risques auxquelles elle est exposée. Le taux de réalisation n'est pas meilleur sur l'arc méditerranéen : sur les 1 795 communes qui doivent l'élaborer, seules 496 d'entre elles (soit 26 %) l'ont fait.

Vous établirez donc un état faisant ressortir le niveau de réalisation et de diffusion de ces documents ainsi que leurs modalités d'accès par le public. Par ailleurs, à partir d'un échantillon représentatif, vous mesurerez la qualité et la lisibilité de leur contenu.

Vous fixerez un objectif de doublement des communes dotées d'un DICRIM dans votre département, ainsi qu'un niveau de réalisation à 100% d'ici fin 2017.

Pour contribuer à la réalisation de cet objectif, vous veillerez à transmettre aux maires l'ensemble des informations nécessaires pour l'élaboration du DICRIM que vous détenez.

A cet égard, vous vous assurez que les dossiers départementaux des risques majeurs que vous avez la responsabilité d'élaborer soient à jour et aient fait l'objet d'une révision dans les cinq dernières années.

Vous développerez, en lien avec les collectivités, une information spécifique à destination des habitants des bâtiments collectifs situés sur des terrains inondables et disposant de parkings souterrains. Vous inviterez notamment les professionnels de l'immobilier (gérants, syndics, agents immobiliers) à sensibiliser directement les occupants, sur les risques qu'un conducteur encourt s'il prend son véhicule au moment où survient un phénomène de ruissellement présentant des niveaux d'eau de 20 à 30 cm de hauteur.

À cet effet, le ministère de l'Ecologie va acquérir et mettre à votre disposition des démonstrateurs et documents de sensibilisation.

Nos services complètent également leur partenariat avec l'IFFO-RME, association qui intervient en milieu scolaire, afin de mener, en trois ans, des opérations de sensibilisation sur l'ensemble des établissements du second degré de vos départements, en soulignant notamment l'importance des plans particulier de mise en sûreté (PPMS).

Vous poursuivrez, conjointement avec les élus, les actions que vous avez déjà engagées pour informer nos concitoyens sur les comportements à adopter lors d'intempéries, et notamment sur :

- la nécessité de rester à l'abri pendant ces événements dans des locaux non inondables ;
- les risques de se déplacer en voiture ou à pied, quel que soit le niveau des écoulements d'eau ;
- le risque de s'engager sur des gués et ponts submersibles ;
- le risque de s'engager dans les trémies inondées au niveau des passages inférieurs.

Vous vous assurerez de la diffusion de ces messages, en les adaptant le cas échéant, lors des événements climatiques graves.

2 - La vulnérabilité des bâtiments et parkings

Nous vous invitons à faire réaliser par les propriétaires une analyse détaillée de la vulnérabilité des rez-de-chaussée et sous-sols des bâtiments collectifs d'habitation situés en zones réglementées des plans de prévention des risques (PPR) et/ou à proximité des cours d'eau ou de points bas, dont l'inondation pourrait faire des victimes.

Une réflexion avec les propriétaires et les syndicats de copropriétés devra être conduite, à l'initiative des collectivités, à l'occasion de l'élaboration des plans communaux de sauvegarde. Nous vous demandons d'initier et d'accompagner cette démarche.

Vous demanderez donc aux maires de recenser :

- les immeubles et établissements ayant des parkings en sous-sol dans les zones réglementées des PPR, ou proches de cours d'eau ou de points bas, pour :
 - donner aux occupants l'information nécessaire ;
 - envisager les mesures de réduction de vulnérabilité, notamment par rétention, détournement, relèvement de seuil ou adaptation de la construction.

- les voiries inondées, les trémies, les parkings en surface, les centres commerciaux et les campings en zones d'aléa fort qui pourraient devoir faire l'objet de mesures de fermeture et évacuation pendant une crise.

3 - La maîtrise de l'urbanisation sur les territoires concernés

Sur les territoires sinistrés des communes concernées par des phénomènes de ruissellement, vous analyserez le contenu des plans de prévention du risque inondation approuvés, en cours d'élaboration ou qui seraient à prescrire au regard des enseignements tirés des événements récents.

Vous examinerez plus particulièrement la prise en compte, par ces PPRI, des ruissellements rapides constatés lors de ces événements. Vous vous appuyerez sur les DDTM ainsi que sur les DREAL pour identifier les adaptations éventuellement nécessaires. Vous pourrez également mobiliser le réseau technique du MEDDE en vue d'une aide méthodologique.

Au regard de ces éléments, vous établirez un programme prioritaire d'élaboration ou de révision visant à y intégrer ce risque. Vous assortirez ce programme d'un test et d'un calendrier d'exécution.

Vous demanderez aux maires et présidents des établissements publics de coopération intercommunale concernés une analyse des projets de construction en zone inondable constructible afin d'interdire le cas échéant la réalisation de tout projet d'aménagement qui s'avérerait situé en secteur de menace grave ou de prescrire des travaux d'adaptation visant à éviter tout dommage grave aux personnes et aux biens.

Par ailleurs, vous inviterez les collectivités à réviser les plans locaux d'urbanisme (PLU) qui ne prennent pas suffisamment en compte ces risques et à intégrer le risque d'inondation (notamment par ruissellement) dans tout projet d'aménagement situé sur les territoires sinistrés.

En application de la stratégie nationale de gestion des risques d'inondation (SNGRI) et des plans de gestion des risques d'inondation (PGRI) approuvés, vous mettrez à profit le processus d'élaboration des stratégies locales de gestion des risques d'inondation en cours pour formuler des propositions sur la prise en compte des ruissellements dans l'aménagement des territoires et dans l'adaptation de l'existant.

4 - Le renforcement du volet ruissellement des programmes d'actions de prévention des inondations (PAPI)

Le phénomène de ruissellement, particulièrement marqué dans les régions du pourtour méditerranéen, doit être pris en compte dans les PAPI.

Vous inciterez les collectivités à :

- concevoir des mesures spécifiques pour réaliser des ralentissements en secteur d'expansion et favoriser l'infiltration dans les sols et la transparence hydraulique en secteur construit ;

- repérer les obstacles aux écoulements tant sur les cours d'eau que sur les thalwegs secs construits en analysant, selon l'état du cours d'eau en amont, les risques d'embâcles ou de vague torrentielle ;
- reprendre les ouvrages insuffisants ou faisant obstacle pour faciliter le passage de l'eau.

Vous ferez le recensement des mesures déjà existantes dans les PAPI réalisés et examinerez les mesures nouvelles à prendre. Vous veillerez à promouvoir les PAPI sur les territoires non couverts en développant tout particulièrement le volet ruissellement.

5 - Le cas particulier des campings en zones à risques

Nous vous rappelons les termes de notre instruction du 6 octobre 2014 et vous demandons de bien vouloir adresser, d'ici au 31 janvier 2016, sous le timbre de nos deux ministères, un état des actions que vous avez menées depuis lors.

Vous rappellerez aux maires et gestionnaires de camping leurs responsabilités respectives en matière de sécurité, ainsi que les mesures préventives à prendre notamment concernant les aires de regroupement et de refuge.

En cas de vigilance pluies-inondations ou vigilance-crues de niveau orange, vous examinerez avec les maires la nécessité de procéder à l'évacuation des campings exposés. En tout état de cause, en cas de niveau de vigilance rouge, cette évacuation devra être engagée sans délai.

Vous inciterez les gestionnaires de campings à se doter d'un dispositif de pré-alerte et d'évacuation préventive.

Les exercices d'évacuation sont de bons moyens pour mesurer le niveau de préparation des différents intervenants et vérifier le caractère opérationnel des dispositifs d'alerte et d'évacuation. En lien avec les maires concernés, les services d'incendie et de secours, et de sécurité, vous mettrez en œuvre de tels exercices, en prenant en compte dans les scénarios retenus l'hypothèse d'une évacuation de nuit.

Vous accélérerez les délais de réalisation des contrôles prévus par l'instruction précitée. En cas de manquement aux mesures de sécurité, vous prendrez, en lien avec les maires, les mesures utiles, pouvant aller jusqu'à la fermeture des sites, en cas de risques trop élevés pour la sécurité des populations ou de non-respect par les exploitants de leurs obligations.

6 - La préparation de la crise

Le plan communal de sauvegarde définit, sous l'autorité du maire, l'organisation prévue par la commune pour assurer l'alerte, l'information, la protection et le soutien de la population au regard des risques connus. Il établit un recensement et une analyse des risques à l'échelle de la commune. Il intègre et complète les documents d'information élaborés au titre des actions de prévention. Le plan communal de sauvegarde complète les plans ORSEC de protection générale des populations.

Lors des récents événements, il s'est avéré dans les communes qui l'avaient réalisé un outil précieux et efficace pour les autorités municipales.

Aussi, vous vous assurerez que les PCS soient effectivement réalisés dans les deux ans après qu'ils sont devenus obligatoires et à ramener, autant que possible, ce délai à un an. Vous favoriserez leur élaboration à l'échelle intercommunale, là où les dynamiques et les enjeux territoriaux s'y prêtent.

Les services de l'Etat placés sous votre autorité pourront apporter un appui aux maires dans la réalisation de ces plans, selon des modalités qu'il vous appartient de déterminer. Nous vous rappelons que la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises a élaboré une trame-type de plan communal dont peuvent s'inspirer les maires.

Vous vérifierez, à partir d'un échantillon représentatif, que le contenu de ces plans permet bien la définition précise des rôles des autorités. Il importe que leur contenu soit complet et de qualité, conformément aux guides et recensements de bonnes pratiques qui vous ont été adressés.

Vous veillerez aussi à intégrer pleinement les maires dans les exercices de sécurité civile, afin de leur permettre de tester la pertinence de ces plans.

Par ailleurs, nous avons demandé au président de Météo-France de mettre en œuvre un dispositif permettant le passage en vigilance rouge pluies-inondations sur observation d'un phénomène particulièrement intense.

*

D'autres mesures seront sans doute nécessaires, au regard du retour d'expérience que vous conduirez.

Vous convoquerez dans les meilleurs délais, selon l'organisation que vous avez arrêtée, la commission départementale des risques naturels majeurs ou la commission départementale de sécurité civile pour présenter les premières mesures à prendre.

Dans cette démarche, vous associerez les maires et présidents des EPCI ainsi que tous les acteurs et parties prenantes concernés.

Par ailleurs, vous veillerez à la bonne coordination au niveau régional et au niveau des bassins de la prise en compte des orientations fixées par le PGRI, et plus particulièrement celles traitant des questions de ruissellement.

Vous voudrez bien nous rendre compte, dans un délai de trois mois, sous double-timbre de la direction générale de la prévention des risques et de la direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises des mesures que vous aurez engagées en application de la présente instruction et des éventuelles difficultés d'application que vous pourriez rencontrer dans sa mise en œuvre.

7

La présente instruction du Gouvernement sera publiée aux *Bulletins officiels* du ministère de l'écologie, du développement durable et de l'énergie et du ministère de l'intérieur ainsi que sur le site internet <http://circulaires.legifrance.gouv.fr/>.

Fait le 31 décembre 2015.



Ségolène ROYAL



Bernard CAZENEUVE

7 Annexe 7 : Sigles et acronymes

ADMR	Aide à domicile en milieu rural
AFPCNT	Association française pour la prévention des catastrophes naturelles et technologiques
ARS	Agence régionale de santé
C3D	Coordination 3 ^{ème} dimension
CCAS	Centre communal d'action sociale
CCI	Chambre de commerce et d'industrie
CEREMA	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement
CETE	Centre d'étude technique de l'équipement
COD	Centre opérationnel départemental
CGAAER	Conseil général de l'alimentation, de l'agriculture et des espaces ruraux
CREDOC	Centre de recherche pour l'étude et l'observation des conditions de vie
DDT-M	Direction départementale des territoires - et de la mer
DGPR	Direction générale de la prévention des risques
DGS	Direction générale de la santé
DGSCGC	Direction générale de la sécurité civile et de la gestion des crises
DICRIM	Document d'information communal sur les risques majeurs
DREAL	Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
ERP	Etablissement recevant du public
FFEM-DB	<i>Database on Flood Fatalities for the Euro-Mediterranean region</i>
FPRNM	Fonds de prévention des risques naturels majeurs (fonds Barnier)
GEMAPI	Gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations
IFOP	Institut français d'opinion publique
IGA	Inspection générale de l'administration
IGEDD	Inspection générale de l'environnement et du développement durable
MIIAM	Mission interrégionale inondation Arc Méditerranéen
Miom	Ministère de l'intérieur et des outre-mer
MTECT	Ministère de la transition écologique et de la cohésion des territoires
NOVI	Plan nombreuses victimes
ORSEC	Plan d'organisation des secours
PACA	Provence-Alpes-Côte d'Azur
PAPI	Programme d'actions de prévention des inondations
PCS	Plan communal de sauvegarde
PICS	Plan intercommunal de sauvegarde
PPR	Plan de prévention des risques
PPRI	Plan de prévention du risque inondation
PPRN	Plan de prévention des risques naturels prévisibles
RETEX	Retour d'expérience
SAIP	Système d'alerte et d'information des populations
SAMU	Service d'aide médicale urgente
SINUS	Système d'information numérique standardisé
SMIAGE	Syndicat mixte pour les inondations, l'aménagement et la gestion de l'eau
SPC	Service de prévision des crues

Site internet de l'IGEDD :
« Les rapports de l'inspection »