



HAL
open science

Conduite à contre-courant. Les pratiques de mobilité dans le Gard : facteur de vulnérabilité aux crues rapides

Isabelle Ruin

► **To cite this version:**

Isabelle Ruin. Conduite à contre-courant. Les pratiques de mobilité dans le Gard : facteur de vulnérabilité aux crues rapides. Géographie. Université Joseph-Fourier - Grenoble I, 2007. Français. NNT : . tel-00258018

HAL Id: tel-00258018

<https://theses.hal.science/tel-00258018>

Submitted on 20 Feb 2008

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

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

UNIVERSITÉ GRENOBLE 1 — JOSEPH FOURIER
INSTITUT DE GÉOGRAPHIE ALPINE
ÉCOLE DOCTORALE 454 « SCIENCES DE L'HOMME, DU POLITIQUE ET DU TERRITOIRE »
UMR PACTE 5194

Soutenu le 21 novembre 2007

par

Isabelle Ruin

pour l'obtention du Doctorat de l'Université Joseph Fourier

Discipline : Géographie

Conduite à contre-courant

Les pratiques de mobilité dans le Gard : facteur de vulnérabilité aux crues rapides



Membres du jury :

M. Claude Gilbert	Directeur de recherche, CNRS	Président
M. Gérard Beltrando	Professeur, Université Paris VII	Rapporteur
M. Richard Laganier	Professeur, Université Paris VII	Rapporteur
M ^{me} Eve Gruntfest	Professeur, Université du Colorado, Colorado-Springs	Examineur
M ^{me} Céline Lutoff	Maître de conférence, Université Grenoble I	Co-directrice

Dirigée par : Professeur **Hervé Gumuchian**

—

Sommaire

Préambule	1
Introduction	5
I Vulnérabilité aux crues rapides : quels enjeux ?	25
Introduction	27
1 Vulnérabilité aux crues rapides : penser autrement	29
2 Les facteurs d'exposition à l'échelle du territoire gardois	59
Conclusion	89
II La représentation des risques au quotidien	91
Introduction	93
3 Des perceptions sociales aux représentations du risque de crue rapide	95
4 Représentation du risque de crue rapide et pratiques spatiales dans le Gard	129
Conclusion	167
III Les comportements en temps de crise : Freins et moteurs de l'action	171
Introduction	173
5 Les leçons de la crise de septembre 2002	175
6 Des représentations aux comportements	205
7 La nécessaire prise en compte des mobilités quotidiennes dans la gestion du risque de crue rapide	235
Conclusion	265

Conclusion générale	271
Bibliographie	283
Table des matières	305
Table des figures	311
Liste des tableaux	315
ANNEXES	319

Remerciements

Le dernier exercice d'une thèse, qui figure pourtant en première ligne du mémoire, est celui des remerciements. Ce n'est pas la tâche la plus facile que de trouver les mots justes pour exprimer toute la gratitude aux nombreuses personnes qui m'ont accompagnée pendant ces quatre années.

En premier lieu, je tiens à remercier mes directeurs de thèse Hervé Gumuchian et Céline Lutoff pour avoir accepté de me suivre et me soutenir, dès le DEA. À l'époque, ce pari n'était pas gagné d'avance étant donné mon profil de géologue éloignée du milieu universitaire depuis quatre ans. Je les remercie donc pour la confiance qu'ils m'ont accordé, pour leurs précieux recadrages géographiques et leur grande compréhension des états d'âmes du doctorant. Un grand merci à Hervé Gumuchian pour ses conseils stratégiques et sa forte implication jusqu'au bout de l'exercice.

Une reconnaissance toute particulière va à Céline Lutoff qui m'a guidée avec rigueur et enthousiasme non seulement dans la recherche d'un sujet « porteur » et innovant mais aussi dans le difficile exercice de la « pêche aux financements ». Toutes ces heures passées à réfléchir ensemble ou à parcourir les routes du Gard, son attitude positive et volontaire, son sens pratique et sa grande humanité ont installé un cadre de travail aussi stimulant qu'agréable.

Même s'il ne figure pas officiellement dans la liste de mes encadrants, je souhaite exprimer ici toute ma gratitude à Jean-Dominique Creutin qui a, lui-aussi, largement contribué à la réussite de ce travail. Ces conseils clairvoyants et avisés, son ouverture aux sciences sociales, sa vision à long terme, son précieux soutien et ses qualités humaines ont constitué une véritable ressource pour moi depuis mes premiers pas en DEA.

Je suis également très reconnaissante aux membres du jury d'avoir accepté d'évaluer ce travail : Claude Gilbert pour son rôle de Président et ses encouragements répétés au fil de mes recherches, Gérard Beltrando et Richard Laganier pour le temps qu'ils ont passé, en tant que rapporteurs, à décortiquer ce travail, ainsi qu'Eve Gruntfest que je ne remercierai jamais assez de ne pas s'être laissée impressionner par 360 pages à lire en Français (many thanks Eve).

Enfin à ce stade, il me paraît nécessaire de remercier la Fondation MAIF, sans l'aide finan-

cière de laquelle cette recherche n'aurait pu être conduite, et notamment Messieurs Oliviero et Massinon qui ont suivi avec attention et intérêt ce travail.

Je suis également très reconnaissante à Guy Delrieu qui m'a accordé la confiance et les crédits de l'Observatoire Hydrologique Méditerranéen Cévennes-Vivarais (OHM-CV) qui, à ce titre, s'est ouvert aux aspects sociaux du risque. Mes remerciements vont aussi à Sandrine Anquetin qui a cru dès le début de cette thèse au mariage sciences sociales - sciences naturelles et m'a aidé à diffuser un peu de cette culture sociale dans la communauté scientifique européenne oeuvrant sur la question des crues rapides, en particulier dans le cadre du programme Interreg AMPHORE.

Ces remerciements vont encore à l'adresse des nombreuses autres personnes qui ont contribué de près ou de loin à la bonne réalisation de cette recherche :

- l'ensemble des personnes rencontrées sur le terrain (habitants du Gard, autorités locales, Conseil général, services de la DDE, Inspection académique, Préfecture du Gard, responsables des transports scolaires...) qui ont accepté de consacrer un peu de leur temps pour répondre à mes questions, me faire part de leurs réflexions et sans qui ce travail n'aurait jamais pu voir le jour. J'ai une pensée particulière pour Monsieur Garrel qui nous a, notamment, ouvert les coulisses de la cellule de crise du Gard.
- tous les chercheurs, universitaires et étudiants que je n'ai pas encore cité et qui m'ont apporté leur aide et leur soutien aussi bien dans le domaine de la recherche que de l'enseignement. Merci en particulier à Isabelle André-Poyaud, Jean-Christophe Gaillard, Sonia Chardonnel, Matthieu Le Lay, Pierre Viallet, Brice Boudevillain, Lise Avenengo Ducca, Pierre-Antoine Versini, Edouard Onno, Oriane Peccate, les étudiants de l'IGA du module « technique d'enquête » de la licence 3.
- toutes les structures administratives telles que l'université Joseph Fourier, l'Institut de Géographie Alpine, le laboratoire Territoires, le Laboratoire d'Etude des Transferts en Hydrologie et Environnement, le Centre d'Initiation à l'Enseignement Supérieur de Grenoble, l'école doctorale pour m'avoir assuré le gîte, pour leur soutien logistique et pour m'avoir permis de faire mes armes dans l'enseignement supérieur. Derrière ces institutions se cachent des personnes efficaces et compréhensives sans qui toute activité de recherche et d'enseignement serait impossible. Je pense en particulier à Brigitte Hernandez, Delphine Rigal, Odette Nave, Valérie Perret, Michelle Vuillet, les personnes en charge de la scolarité, du personnel et de l'informatique ainsi qu'aux différents chercheurs qui se sont succédés à la direction de ces institutions.

Enfin, si l'image du doctorant est souvent celle de l'intellectuel ennuyeux qui s'isole pour mieux travailler et dont le moral est souvent fluctuant, il trouve heureusement un entourage compréhensif et finalement pas si triste que ça auprès des autres membres de son espèce. Merci donc

à tous ces supers compagnons de route de l'IGA et du Cermosem sans qui cette thèse aurait paru bien fade (surtout les repas à la cafet du 3^{ème} étage !). Une pensée toute particulière pour Cécile, Maud, Coralie et Laurence, des amies qui ont été de tous les hauts et les bas. Merci aussi à l'équipe de doctorants du séminaire « Thés'o'risk » pour les riches échanges et « prises de tête » qui n'ont pas manqué de faire avancer le schmilblick !

Je terminerai ce large tour de table en adressant toute ma reconnaissance à mes proches. Mes parents pour m'avoir donné le goût de la connaissance, m'avoir soutenu dans mes choix et dans ce parcours professionnel atypique. Merci à mes amis qui malgré cette dernière année de quasi-silence radio se souviennent encore de moi et m'entourent de leurs encouragements. Promis, d'ici peu je serai à nouveau disponible ! Enfin, je n'oublie pas Martin, qui, en connaisseur, m'avait pourtant bien dit de ne pas faire de thèse. Merci à lui d'avoir supporté mon entêtement de haut-savoyarde et de m'avoir malgré tout prodiguer tous ses judicieux conseils et avertissements ainsi que son indéfectible soutien. Merci aussi à sa maîtrise de \LaTeX à l'origine de la présentation impeccable de mon mémoire de thèse. Enfin une petite pensée pour Pinch qui a suivi toute ma rédaction de très près.

Avec cette longue liste de remerciements, qui pourra encore dire que la thèse est un exercice solitaire ?

—

Préambule

Ce travail de thèse s'inscrit dans le cadre d'un projet de 3 ans financé par la fondation MAIF, associée à l'assureur français du même nom. Cette recherche vise un objectif opérationnel appliqué à la prévention des crues rapides dans le Gard. Particulièrement riche sur le plan des collaborations institutionnelles et scientifiques, ce projet a laissé une large place aux échanges interdisciplinaires. Ainsi, il a rassemblé le laboratoire **Territoires - UMR PACTE** et le **Laboratoire d'Étude des Transferts en Hydrologie et Environnement (LTHE)** au sein de l'université Joseph Fourier de Grenoble dans le cadre d'une participation aux travaux de l'Observatoire Hydro-Météorologique Méditerranéen Cévennes-Vivarais (OHM-CV), mais aussi à l'occasion de projets européens : les programmes INTERREG IIIb - Medocc AMPHORE (2004-2006) et FP6 – FLOODsite (2004-2008). Cette dynamique est l'origine de relations fortes nouées avec les acteurs de terrain dans le Gard, de même qu'avec de nouveaux partenaires scientifiques, à l'échelle internationale, notamment dans le cadre du groupe de réflexion « *WAS*IS* » destiné à promouvoir une approche interdisciplinaire des relations entre phénomènes météorologiques, climat et sociétés.

—

Introduction

Cadre théorique et enjeux de la recherche

Le thème du risque est au coeur des recherches actuelles toutes disciplines confondues. Cette tendance répond à une demande sociale de plus en plus forte, qui s'accroît à chaque nouvel événement catastrophique. Depuis plusieurs années, au sein du champ des « risques » le terme « vulnérabilité » occupe le devant de la scène. Appliqué dans différents contextes, il semble expliquer tous les maux. En 2001, Weichselgartner (2001) présentait une vingtaine de définitions du terme classées selon trois approches : (i) vulnérabilité dans le sens d'exposition au risque, (ii) vulnérabilité comme réponse sociale et (iii) vulnérabilité des lieux – « *vulnerability of places* » en référence aux travaux de Cutter (1996). L'approche que nous utiliserons dans cette thèse fait appel au concept de vulnérabilité sociale qui s'envisage à travers l'évaluation de la capacité de réponse des sociétés et des individus à des crises potentielles (D'Ercole, 1994).

Dans le panel des études consacrées aux risques dits « naturels », la part de celles se rattachant aux analyses de vulnérabilité sociale s'est progressivement développée depuis une quinzaine d'années. En France, l'approche analytique développée par D'Ercole (1991) a inspiré de nombreuses recherches méthodologiques visant notamment à cartographier les facteurs de vulnérabilité humaine. Cette approche, que nous avons choisie pour analyser la vulnérabilité des populations du Gard aux crues rapides a été, jusqu'à présent, essentiellement employée dans l'analyse des vulnérabilités de territoires appartenant à des pays en développement et concernant le plus souvent l'échelle locale (urbaine, bassin de risque) plutôt que l'échelle régionale (Léone et Vinet, 2006).

Ce type d'analyse prospective compréhensive de la vulnérabilité humaine reste assez peu employée de nos jours dans les pays industrialisés. On lui préfère généralement une méthode plus opérationnelle utilisant des indicateurs et indices permettant une « mesure » de la vulnérabilité. Ce type d'approche repose sur l'existence d'une forte corrélation entre le statut socio-économique et la vulnérabilité. L'âge, le niveau de qualification, le revenu, le sexe, l'ethnie d'appartenance figurent au rang des indicateurs de vulnérabilité classiquement utilisés dans le cadre de ce type d'analyse. Ces approches présentent l'avantage d'être opérationnelles, reproductibles et de fournir des données chiffrées aux décideurs qui en sont friands. Elles permettent aussi de recueillir des données sociales facilement utilisables dans des modèles interdisciplinaires complexes. Ainsi, couplées avec des modèles d'exposition à un aléa donné, ces méthodes sont utilisées pour calculer le risque de décès ou d'accident sérieux.

Dans le cas du risque d'inondation, ces modèles tiennent compte des caractéristiques du phénomène (hauteur d'eau, vitesse du courant, vitesse d'occurrence...) ainsi que de données quantitatives concernant la population résidant en zones inondables (Ramsbottom *et al.*, 2003 ; Penning-Rowsell *et al.*, 2005 ; HR Wallingford, Flood Hazard Research Centre (Middlesex University), Risk and Policy Analysts Ltd., 2006 ; Fernández-Bilbao *et al.*, 2005). Ils peuvent parfois être associés à

l'utilisation d'un Système d'Information Géographique pour prédire le nombre d'accidents mortels pour différents secteurs inondables en fonction du type de population concerné et des caractéristiques du bâti pour différents scénarios d'aléa. Cependant, ils tiennent plus de l'évaluation de l'exposition à un aléa naturel que d'une réelle analyse de la vulnérabilité sociale. L'une des principales critiques, selon Wisner *et al.* (2004), porte sur le manque d'attention pour le contexte local puisque les indicateurs développés dans un contexte culturel particulier sont appliqués indifféremment à la région étudiée. Les résultats obtenus peuvent ainsi s'avérer hautement discutables du fait de leur forte dépendance aux indicateurs retenus. Par ailleurs, ces résultats paraissent difficilement utilisables dans un objectif de prévention ciblée sur la vulnérabilité des populations locales. En effet, si ces méthodes permettent d'identifier des secteurs concentrant une plus grande proportion d'individus exposés, elles ne permettent en aucun cas de comprendre les facteurs à l'origine de cette vulnérabilité, ni d'envisager les leviers d'action à mettre en oeuvre pour la réduire.

En ce qui concerne les crues rapides, plusieurs arguments peuvent être opposés à l'utilisation d'une approche classique basée sur un scénario de référence.

La première difficulté réside dans la caractérisation de l'aléa. En effet, l'évaluation de la fréquence du phénomène s'avère délicate, d'une part parce que les experts du changement climatique s'accordent à dire que l'intensité et la fréquence des événements pluvieux pourraient s'en trouver modifiés (Kundzewicz et Schellnhuber, 2004) et d'autre part, parce que la progression continue de l'urbanisation et donc de l'imperméabilisation des sols contribue à changer les conditions d'écoulement et à favoriser des réponses hydrologiques de plus en plus rapides et violentes. De plus, les crues rapides sont des événements qui peuvent toucher des échelles spatiales très variées en fonction du type d'objet météorologique qui les provoque. Ainsi, des nuages ou des cellules convectives peuvent déclencher des ruissellements exceptionnels dans des bassins versants de l'ordre de quelques kilomètres carrés¹. Ceci a plusieurs conséquences. En termes d'observation, il est difficile, voire impossible, d'équiper en instruments de mesure de débit tous les bassins versants susceptibles de réagir violemment. Aussi est-il compliqué de comprendre, donc de prévoir, le fonctionnement de ceux-ci. Par ailleurs, dans un pays relativement densément peuplé et urbanisé comme la France, il est fréquent que des bassins, même de petite taille, puissent affecter des zones d'activité humaine ou de transit tel que le réseau routier.

Ces difficultés à caractériser l'aléa posent à la fois un problème de délimitation des zones exposées et un problème de définition du niveau d'exposition et de la dangerosité de ces espaces. Ainsi, à l'instar de l'événement de septembre 2002 dans le Gard, les tentatives de cartographie de l'aléa sont souvent mises à mal par les dernières crues en date. Au regard de ces constatations nous pouvons réellement nous interroger sur la pertinence de baser des études de vulnérabilité aux crues rapides sur des scénarios d'aléa spécifiques. Évidemment, la cartographie des zones

1. Nous reviendrons sur ces caractéristiques au chapitre 2

sujettes aux crues rapides est utile non seulement pour éviter l'extension de l'urbanisation dans ces secteurs, mais aussi pour inciter à la prudence les populations y séjournant. Cependant, la prévention ne peut pas se limiter à ces seules zones, car en matière de crue rapide, près de la moitié des décès surviennent à l'occasion de déplacements dans des secteurs plus ou moins éloignés des noyaux d'urbanisation.

Dans le contexte particulier des crues à dynamique rapide, il nous semble qu'une approche plus compréhensive des interactions homme-environnement doit être privilégiée. En effet, ce type de phénomène présente plusieurs particularités. La principale est la rapidité de montée des eaux qui peut surprendre la population dans ses activités quotidiennes, sans possibilité de les prévenir du danger suffisamment tôt. Aussi, ces événements sont-ils souvent lourds de conséquences, notamment en termes de vie humaine. Bien que les crues rapides affectent généralement des espaces relativement réduits, elles engendrent l'un des taux de mortalité les plus élevés parmi l'ensemble des aléas naturels (Jonkman, 2005). Par ailleurs, plusieurs auteurs ont désigné, comme l'une des causes de décès et d'accidents, les comportements inadaptés des victimes face au danger (Gruntfest, 1997 ; Coates, 1999 ; Jonkman et Kelman, 2005). Cependant, dans le domaine des crues rapides, la majorité des travaux de recherche s'intéresse aux aspects physiques du phénomène dans le but d'en comprendre les facteurs de déclenchement et d'améliorer les échéances de prévision. De réels progrès ont été réalisés dans ce domaine même si la complexité du phénomène combinant processus météorologiques et hydrologiques est à l'origine des nombreuses incertitudes spatio-temporelles qui continuent de peser sur les prévisions. Néanmoins, il faut souligner que ces avancées scientifiques sont considérables en comparaison de ce que nous comprenons des réponses humaines face à ce type d'événement (Montz et Gruntfest, 2002). Pourtant, de nombreux chercheurs en sciences sociales se sont attachés depuis les années 60 à comprendre les réactions face aux risques et aux catastrophes et en particulier à l'occasion de situations de crise (Baker et Chapman, 1962 ; Drabek et Boggs, 1968 ; Drabek, 1986, 2000 ; Mileti, 1995 ; Perry, 1994 ; Quarantelli et Dynes, 1977 ; Quarantelli, 1989, 2003 ; Tierney, 1993, 1997). Ces travaux, principalement issus de la sociologie, offrent de solides bases théoriques indispensables à la compréhension des comportements en temps de crise. Cependant, ils reposent sur des études déjà anciennes principalement réalisées aux États Unis dans des contextes de catastrophes naturelles présentant des caractéristiques différentes de celles des crues rapides.

En 1999, 35 experts chercheurs et opérationnels en météorologie, sciences de l'ingénieur et sciences sociales se réunissaient sous l'égide de *Advanced Study Institute* de l'OTAN pour se pencher sur le problème spécifique posé par les crues à dynamique rapide (Gruntfest et Handmer, 2001). Leurs conclusions soulignent l'urgence de diminuer l'impact de ces phénomènes par une approche compréhensive reconnaissant l'importance des informations hydro-météorologiques couplées aux caractéristiques socio-économiques. Montz et Gruntfest (2002), se basant sur les recommandations de ce groupe de réflexion, suggèrent notamment de s'intéresser aux réponses

individuelles face aux progrès de la prévision et de l'alerte « *a better understanding of how people interpret and react to warnings (or do not), and of whether or not they appreciate what a flash flood can do and how quickly it can occur is essential. [...] there is relevant literature on hazard perception, but flash floods may be sufficiently different from other events that new strategies are required.* » Ces auteurs concluent finalement leur article en invitant à une approche innovante et intégrée favorisant une prise en compte globale du problème : « *Reducing vulnerability to flash floods requires a different approach than reducing vulnerability to most other natural hazards, particularly other floods. [...] Flash floods require a different way of thinking, based on recognition of a system that begins with detection of a rain event as having potential to cause a flash flood and ends with an informed public and losses that did not occur because of mitigation measures.* ».

Depuis ces recommandations, rares sont les recherches qui ont privilégié cette approche. Ainsi, nous avons choisi d'orienter nos recherches sur cet aspect comportemental en affichant un objectif opérationnel en termes de prévention et de gestion de crise. En cela, l'objet de cette thèse se rapproche des travaux développés aux États Unis par une équipe de l'Université du Colorado dirigée par Eve Grunfest, une géographe dont la carrière est dédiée à la compréhension du problème spécifique de vulnérabilité posé par les crues à dynamique rapide (Grunfest, 1977, 1987, 1997 ; Grunfest et Ripps, 2000 ; Grunfest et Handmer, 2001 ; Grunfest *et al.*, 2007).

Depuis une quarantaine d'années, les crues rapides posent un problème qui n'est plus seulement lié à l'augmentation démographique et du peuplement de zones inondables mais qui résulte aussi de l'évolution des pratiques de mobilité, notamment dans les pays industrialisés. Alors que 40 à 70% des décès sont imputables aux déplacements réalisés pendant la période de crise, il devient urgent de s'intéresser à cette nouvelle source de vulnérabilité. Il ne suffit donc plus de s'occuper de la prévention dans les zones de résidence ou d'activité, mais il convient aussi de s'interroger sur la manière de prévenir les accidents causés par nos modes de vie et les pratiques spatio-temporelles qui en résultent.

Les recherches focalisées sur la vulnérabilité des réseaux de transport aux aléas naturels ou technologiques sont courantes, mais rares sont celles portant sur la vulnérabilité humaine liée aux mobilités en temps de crise. Les études portent généralement sur la performance des réseaux routiers urbains dans le cadre d'évaluation post-catastrophe (Chang et Nojima, 2001), sur la vulnérabilité structurelle des réseaux de transport face à l'aléa inondation (Gleyze, 2005 ; Versini et Gaume, 2007), sur l'impact économique de catastrophes naturelles sur les transports maritimes (Chang, 2000) ou encore sur la vulnérabilité systémique d'un réseau de transport urbain (Demoraes, 2004). En ce qui concerne la vulnérabilité humaine à un aléa extérieur, nous pouvons citer les travaux de Briggs et Gulliver s'attachant à modéliser l'exposition spatio-temporelle des déplacements aux pollutions atmosphériques liées au trafic routier (Briggs *et al.*, 2003 ; Gulliver et Briggs, 2005). En matière de crues rapides, Staes *et al.* (1994) conduisent une analyse spatio-temporelle et épidémiologique des décès liés à l'utilisation d'un véhicule lors des inondations qui

ont affecté Puerto-Rico en janvier 1992. Ces travaux appliqués à l'évaluation de la vulnérabilité humaine sont riches d'enseignement notamment au regard de la façon dont les populations s'exposent dans l'espace et dans le temps lors de leurs activités quotidiennes.

Cependant, dans les deux cas ces études ne cherchent pas à comprendre ou à évaluer l'importance des facteurs de comportement individuel face à l'imminence d'un événement potentiellement dangereux. À notre connaissance, dans ce domaine, seuls les travaux menés de 2003 à 2007² par l'équipe d'Eve Grunfest dans le cadre de « *The warning project* » s'intéressent à la prévention des déplacements sur les routes inondées. Dans le cadre de cette étude, dont l'objectif est d'améliorer l'alerte aux événements climatiques à dynamique rapide, une partie du questionnaire a été dédié à l'identification de facteurs de risque associés à la conduite sur routes inondées dans le but de développer un modèle prédictif permettant d'évaluer la propension des individus aux conduites à risque.

Au regard de cette revue de la littérature et des besoins spécifiquement attachés à la problématique des crues à dynamique rapide, nous avons choisi de focaliser nos recherches sur la compréhension et la prévention des comportements dangereux associés à l'occurrence d'événements hydro-météorologiques, et ceci en prêtant une attention particulière au problème des mobilités en temps de crise. En cela, notre approche tire partie de plusieurs écoles de la pensée géographique. D'abord, nous nous rattachons aux théories « *behavioristes* » en mettant l'accent sur l'analyse des processus de décision dans l'espace et au comportement spatial des individus. Par ailleurs, nous envisageons le problème sous l'angle de l'approche « *humaniste* » en tentant de prendre en compte l'univers mental des individus par l'étude de leurs perceptions et représentations, de l'espace vécu. Enfin, nous nous inspirons des travaux développés dans le cadre de la « *Time-Geography* » en considérant les trajectoires spatio-temporelles des individus dans leur environnement quotidien, comme l'une des sources principales de risque liée au phénomène de crue rapide.

Problématique

Les recherches en sciences sociales ont largement exploré les processus de décision en situation d'urgence, notamment les décisions d'évacuation, d'abord dans le contexte de la deuxième guerre mondiale puis, dans les années 60 et 70, dans le cadre de recherches systématiquement conduites à la suite de catastrophes naturelles aux États Unis, puis dans de nombreux pays industrialisés (Perry, 1994 ; D'Ercole, 1991). Dans ce domaine les recherches peuvent être divisées en

2. Ce projet, conduit simultanément à nos propres travaux, a inspiré en partie l'esprit de notre questionnaire, néanmoins nos travaux menés en parallèle n'ont pas exactement suivi la même optique. Ainsi sans être vraiment comparables, nos résultats apparaissent néanmoins assez complémentaires.

deux catégories : celles portant sur l'étude psychologique des individus victimes de catastrophes et celles se concentrant sur l'étude sociologique des communautés et organisations en charge de la gestion des risques et des catastrophes. Ces recherches ont abouti à l'élaboration de modèles de prises de décision en réponse à une alerte annonçant l'imminence d'un phénomène naturel dommageable (Perry, 1994 ; Mileti, 1995). Ces modèles s'accordent à dire que la réponse du public aux alertes et la mise en oeuvre effective de mesures de protection individuelles face à l'imminence d'un danger découlent d'un processus socio-psychologique en cinq étapes essentielles :

1. **Percevoir**³ **les stimuli extérieurs de l'alerte** : ceux-ci peuvent prendre la forme d'une alerte officielle, de messages informels circulant au sein de la communauté ou d'indices environnementaux agissant comme autant de signaux d'alarme pour certaines personnes sensibilisées. Bien entendu ces signes précurseurs d'événements potentiellement dommageables n'atteignent pas systématiquement leurs cibles. Certaines personnes peuvent rester techniquement injoignables, ce qui peut notamment être le cas des personnes en déplacement. D'autres peuvent plus ou moins volontairement occulter l'information soit par manque d'attention, soit par une perception sélective visant, par exemple, à ignorer toute information allant à l'encontre du maintien de leurs activités quotidiennes.
2. **Comprendre** la situation : c'est-à-dire être capable d'interpréter le message. Les interprétations peuvent varier en fonction des personnes et différer de la signification initialement visée par l'émetteur du message. Ces différences d'interprétation sont fonction de facteurs cognitifs et culturels et peuvent être liées au niveau de complexité du phénomène naturel en cause. Mais la qualité de l'interprétation est aussi dépendante du contenu et de la forme du message lui-même et de la préparation de la population à ce type de situation.
3. **Croire** en l'information diffusée par les messages d'alerte : la mise en oeuvre d'actions de protection passe nécessairement par une remise en cause de l'information diffusée en période de crise. Ainsi de nombreuses études ont démontré le besoin de confirmation de l'information par différentes sources pouvant être officielles mais aussi informelles, le réseau des proches jouant un rôle essentiel dans ce domaine. Ainsi l'information pour être prise en compte doit être reçues sous différentes formes, par des émetteurs recueillant la confiance des récepteurs mais elle doit aussi être suffisamment précise et crédible pour leur permettre de se l'approprier.
4. **Percevoir le danger pour soi**. L'individu face à une alerte crédible évalue alors le degré de risque auquel il est exposé. Cette évaluation dépend de sa perception vis-à-vis de sa proximité géographique à la source du danger, son estimation du niveau de certitude ou d'incertitude et de danger que représente l'impact du phénomène annoncé. Cette percep-

3. Au sens littéral du terme.

tion du risque personnel dépend aussi du vécu individuel et notamment de ses précédentes expériences de ce genre de situation.

5. **Évaluer les possibilités d'action** au regard de la situation à laquelle l'individu est confronté. La dernière étape du processus consiste à soupeser la faisabilité et la pertinence des actions de protection envisagées. Ceci implique à la fois une connaissance des moyens de protection les plus adaptés aux circonstances et la capacité à les mettre en oeuvre, mais aussi la capacité à évaluer rationnellement la situation. Ainsi, si certaines contraintes techniques peuvent empêcher la mise en sécurité de la personne, il apparaît que des contraintes de nature sociale et en particulier familiale peuvent être perçues comme plus importantes que le besoin personnel de mise en sécurité.

Ainsi, les moteurs des décisions à l'origine des comportements individuels en situation d'urgence, recensés dans la littérature, peuvent être classés selon trois catégories : (i) les facteurs propres aux individus, (ii) ceux qui leur sont indépendants et (iii) les facteurs conjoncturels et géographiques qui résultent généralement d'une combinaison des deux précédents. L'analyse de ces facteurs constitue la trame de la méthode de diagnostic de vulnérabilité développée dans le cadre de cette thèse. La figure 1 présente un modèle synthétique de notre approche.

Lors d'une étude exploratoire menée dans le Gard suite aux crues catastrophiques qui ont touché le département en septembre 2002, nous avons observé, à l'échelle d'un petit échantillon de personnes sinistrées, qu'une partie des déplacements en période de crue pouvant être qualifiés de « dangereux » étaient en fait des déplacements habituels, rendus dangereux par la situation exceptionnelle et par l'absence d'adaptation à cette situation. Partant de cette observation, notre approche s'attache en particulier à identifier les facteurs qui conduisent les individus à passer d'un mode de fonctionnement « quotidien » à un mode de fonctionnement « de crise » puis d'envisager l'inadéquation des représentations spatio-temporelles du phénomène de crues rapides comme seconde source des pratiques « à risque » lors de crises hydro-météorologiques. Ainsi, nous proposons d'examiner les différents moteurs de comportement en étudiant d'une part, les représentations du risque pris dans le contexte d'un fonctionnement individuel quotidien ; d'autre part les comportements déclarés et observés dans le cadre d'un fonctionnement de crise.

Les moteurs de comportement que nous envisagerons, peuvent être individuels (ou endogènes). Ils ont trait aux nécessités sociales de la vie quotidienne (se nourrir, travailler, assurer ses obligations familiales, vaquer à ses loisirs...) et à la façon dont chaque individu évalue l'importance et l'urgence de ces motifs au regard de sa représentation des événements extrêmes annoncés ou en cours. Face à l'imminence d'un danger chaque individu va être amené à interpréter et à évaluer de façon plus ou moins rationnelle la situation avant de décider d'adapter ou non son comportement. Cette adaptation peut conduire à un changement de priorité dans les motifs de comportement. Les déplacements, par exemple, peuvent être annulés par prudence ou devenir,

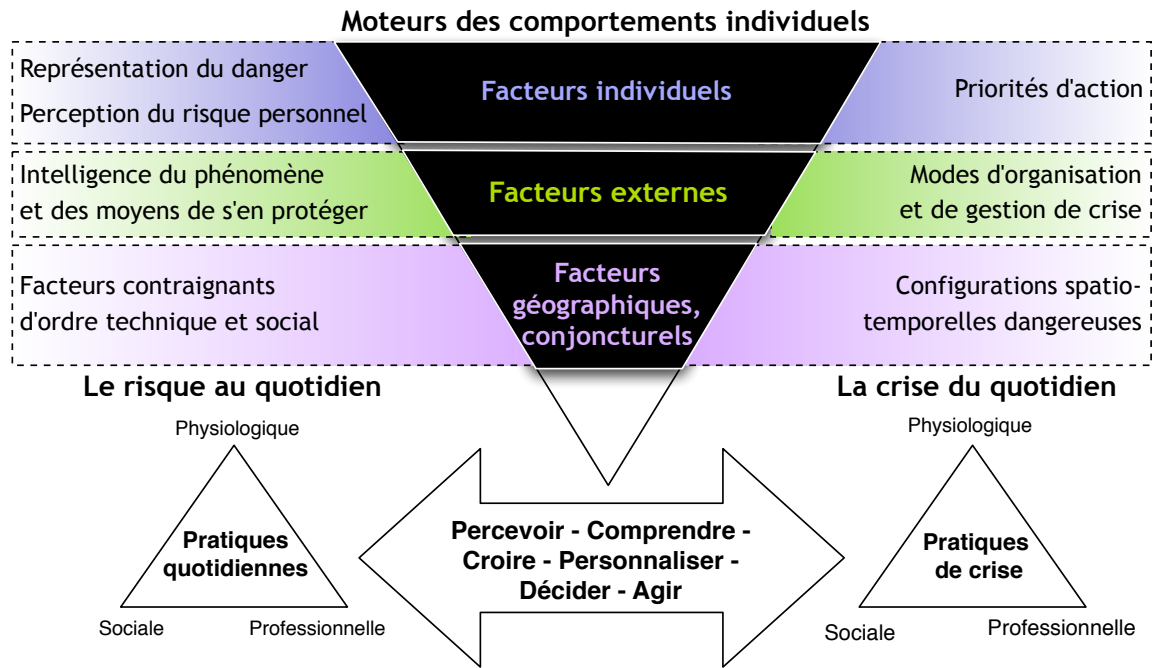


FIGURE 1 – Modèle d’analyse de la vulnérabilité des comportements en situation de crise utilisé dans le cadre de cette recherche.

au contraire, une priorité pour se protéger, sécuriser un proche ou aller aux renseignements. Il est également difficile de faire *a priori* une distinction entre comportements prudents et imprudents puisque la dangerosité d’une situation est fonction de la chronologie de l’événement. Ainsi la mise en oeuvre d’une mesure de protection peut s’avérer une action imprudente si celle-ci est entamée trop tardivement. En situation d’urgence, la prise de décision n’est pas aisée car le manque de temps ne favorise pas l’évaluation objective de la dangerosité d’une situation. La décision ne découle pas directement de la prise en compte des stimuli extérieurs (messages d’alerte, information d’un tiers, observation directe...); elle est le fruit de la personnalité et du vécu propre à chacun qui sont à même d’influencer le raisonnement et l’évaluation des priorités d’action.

Prévoir les comportements en période de crise apparaît donc complexe car cela nécessite d’identifier les principaux facteurs intervenant dans la décision finale. Dans ce domaine, une abondante littérature a permis d’identifier trois catégories de facteurs individuels influençant la capacité de réponse face à un danger imminent (D’Ercole, 1991 ; Mileti, 1995) :

- la nature des liens sociaux et des responsabilités familiales. Ainsi il a été démontré que la propension à l’évacuation augmente avec la cohésion familiale au moment de l’impact. De même, l’insertion sociale et l’importance du tissu relationnel augmentent la probabilité d’être alerté ou d’obtenir des confirmations de l’occurrence d’une situation dangereuse.
- les caractéristiques socio-démographiques et économiques de l’individu telles que l’âge, le sexe, la catégorie socio-professionnelle. Ainsi, les personnes âgées semblent plus résistantes

à l'évacuation et les femmes plus promptes à croire aux messages d'alerte.

- les caractéristiques psychologiques et culturelles comme par exemple, les capacités cognitives, la personnalité, le système de valeurs issu de l'expérience et du vécu individuel sont à même d'avoir une influence sur la représentation du risque, la perception du danger et l'évaluation des priorités d'action.

Les facteurs indépendants ou exogènes sont liés aux caractéristiques de l'environnement et notamment à celles de l'événement menaçant, de sa prévisibilité, sa dynamique, sa localisation temporelle et spatiale et enfin sa capacité d'endommagement non seulement pour le niveau d'exposition qu'il génère mais aussi pour les représentations qu'il engendre. Ces facteurs indépendants des populations concernent aussi la capacité de la société à gérer ce type d'événement que ce soit de manière préventive, dans l'urgence ou postérieurement à la crise. Ainsi le niveau d'information et de préparation de la population exposée est l'un des facteurs de compréhension et de prise en compte des messages d'alerte et des consignes de sécurité en temps de crise. Cependant la communication pendant cette période apparaît aussi comme un paramètre prépondérant influençant la réponse du public (Mileti, 1995). Les messages d'alerte doivent non seulement provenir de sources perçues comme fiables et crédibles, mais ils doivent aussi apparaître cohérents en termes de contenu et de forme. Ainsi, l'ordre d'évacuation vers un lieu refuge situé dans une zone perçue comme potentiellement inondable risque de limiter la réponse du public. Par ailleurs, la précision du message, son niveau de détail notamment en termes de localisation spatiale et temporelle et la clarté de sa formulation doivent permettre de donner une idée précise de l'événement annoncé, éviter les mauvaises interprétations et augmenter la perception du risque personnel. La qualité de la réponse individuelle est aussi améliorée par une information sur le niveau de certitude de l'événement et des indications claires et précises sur la conduite à adopter dans ces circonstances. Enfin, il paraît important de communiquer les messages d'alerte de manière répétitive et par le biais de plusieurs moyens de communication dans le but de toucher le plus de personnes possible.

Les facteurs conjoncturels et géographiques ont trait aux circonstances spatiales et temporelles dans lesquelles surviennent l'événement dommageable. À ce titre, nous pouvons citer la situation d'éparpillement de la famille au moment où survient l'alerte ou la crise qui peut conduire ses membres à chercher à se rassembler avant tout autre chose. Par ailleurs, si l'on considère le problème des mobilités, certains horaires dans la journée peuvent s'avérer plus délicats que d'autres pour alerter les populations qui se trouvent disséminées du fait de la variété des activités quotidiennes et des itinéraires de déplacement empruntés. La survenue d'un événement la nuit diminue le risque d'accident lié aux déplacements. Cependant il rend plus difficile l'évaluation du danger et complique souvent l'intervention des secours. Enfin, l'état de l'environnement est souvent considéré par les populations comme source de confirmation d'un message d'alerte. Toutefois dans le cas des crues rapides la survenue d'une crue peut s'avérer spatialement et temporellement décon-

nectée des pluies. Ainsi l'annonce préventive de crues rapides dans des secteurs non affectés par des pluies, ou déjà affectés par des crues d'affluents secondaires réagissant plus rapidement peut paraître incroyable pour une personne peu sensibilisée à la dynamique du phénomène.

Ces théories concernant les processus de décision et les facteurs de comportement constituent la base de nos investigations visant à évaluer la vulnérabilité des populations du Gard aux crues rapides. Appliquée au problème des mobilités en période de crise, nous considérons que l'exposition, considérée comme la conjonction spatio-temporelle d'un aléa et d'un enjeu (ici un individu), n'est pas le seul fait d'un manque de chance, elle est le résultat d'une décision individuelle (Quarantelli, 1989), un choix volontaire de se déplacer selon un itinéraire bien précis. Ce choix peut être plus ou moins réfléchi et influencé par des stimuli extérieurs que ceux-ci soient directement liés au phénomène naturel perturbateur ou non. Il est aussi fonction de la personnalité, du vécu, des représentations propres à la personne. Ainsi, notre approche se propose d'utiliser les apports des recherches sur l'aléa non seulement pour caractériser l'exposition des populations dans l'espace et dans le temps, mais aussi pour évaluer l'influence des caractéristiques de l'aléa sur les représentations et le comportement des populations exposées. Cependant, nous ne considérons pas l'aléa et les représentations qu'il suscite comme le moteur essentiel des comportements, mais seulement comme l'un des éléments participant à la prise de décision au même titre que d'autres considérations plus sociales, économiques et pratiques qui peuvent devenir prépondérantes en situation de crise.

Questionnement de recherche

La problématique et les hypothèses exposées précédemment sous-tendent plusieurs questions à l'origine de nos choix méthodologiques.

– **Quelles sont les activités et pratiques spatiales habituelles susceptibles d'être maintenues en situation de crise ?**

Les mobilités en temps de crise reflètent pour partie les mobilités habituelles hors situation exceptionnelle. Il semble donc qu'une meilleure connaissance de celles-ci, notamment de leurs trajectoires, leurs motifs et les conditions de déplacement puisse nous permettre d'anticiper certains déplacements à risques en période de crise. Ainsi, nous pouvons supposer que les personnes effectuant les déplacements les plus longs soient les plus exposées aux crues rapides ou que certains types d'itinéraires soient plus sensibles que d'autres.

– **Comment les populations se représentent-elles le risque de crue rapide lors de leurs déplacements habituels ?**

De nombreux travaux, en particulier ceux des géographes tenant de l'approche « behavio-

riste» et des psychologues partisans du paradigme « psychométrique »⁴ soulignent l'importance des facteurs perceptifs et cognitifs en matière de comportement face aux risques. Ainsi, il paraît indispensable de considérer ces facteurs dans le contexte spécifique des itinéraires de déplacement. En effet, il est légitime de s'interroger sur la relation entre la connaissance et la perception du risque de crue rapide en général et la représentation spatiale que les usagers se font des dangers le long de leurs itinéraires habituels. Certains types de mobilité sont-ils plus vulnérables que d'autres ?

– **De quelle manière les spécificités spatio-temporelles de ce phénomène sont-elles connues et interprétées par les populations ?**

Les crues rapides posent un problème particulier en termes d'échelles spatiale et temporelle entre les phénomènes eux-mêmes et leurs conséquences sociales. Les phénomènes météorologiques à l'origine des crues rapides peuvent survenir sur un espace-temps de dimension très variable, depuis des orages très localisés, correspondant à des cellules convectives de quelques dizaines de kilomètres réagissant en quelques minutes, à de très larges perturbations portant sur des milliers de kilomètres sur plusieurs jours. Les bassins versants concernés dans ces différents cas ont, eux aussi, des temps de réponse et une étendue très variables. Certains petits cours d'eau particulièrement réactifs, mais apparemment inoffensifs, peuvent ainsi devenir dangereux pour les populations en quelques dizaines de minutes. Ces caractéristiques, spécifiques aux crues rapides, nous semblent de nature à « embrouiller » les représentations individuelles et potentiellement, à rendre plus complexe l'adaptation des comportements en période de crise. L'ancienneté dans le département et la commune, ou l'expérience des crues sont-ils facteurs d'une représentation plus réaliste de l'environnement et des phénomènes naturels potentiels ?

– **Quels sont les facteurs de décision individuelle favorisant la transition d'un mode de « fonctionnement normal » à un « fonctionnement de crise » ?**

On perçoit ici l'importance d'une connaissance approfondie des contextes de gestion de crise et d'information dans lesquels s'effectuent les choix de déplacement. Si les procédures d'alerte et d'information sont appliquées par les pouvoirs publics, la réception de l'information et l'application des consignes par les populations posent souvent problème. Les populations disposent-elles d'informations préventives suffisantes pour comprendre et interpréter les messages d'alerte ? Le contenu des messages d'alerte météorologique actuels suffisent-ils à mobiliser toutes les cibles de population ? Quelles sont les sources et les moyens d'information qui paraissent les plus crédibles ? Quel type d'information est perçu comme le plus utile en période de crise ?

4. Ces courants de pensée seront évoqués avec plus de précision dans le chapitre 1

– **Quels sont les moteurs et les freins à l'action en temps de crise ?**

Nous pouvons différencier ici deux types d'action ; les actions habituelles qui vont être plus ou moins adaptées en fonction des circonstances et les actions suscitées par l'événement lui-même qui peuvent être entreprises, soit dans le but de protéger ses proches et ses biens, soit pour obtenir des informations, soit dans un élan de solidarité ou encore par curiosité. Peut-on prévoir ce type de réaction en fonction d'indicateurs spécifiques ? Les observations réalisées à la suite de l'événement de 2002 laissent supposer que l'âge, le sexe, les responsabilités familiales ou le type de véhicule possédé influencent les comportements en temps de crise (Ruin et Lutoff, 2004) ? Peut-on en faire une généralité ? Quelles sont les pressions externes qui s'exercent sur les individus au moment d'agir en période de crise ?

– **Existe-t-il des profils spécifiques de vulnérabilité en fonction des types de population locale ou touristique dans le Gard ?**

En fonction des différents facteurs de vulnérabilité étudiés : (i) représentation du risque et perception du risque personnel, (ii) intelligence du phénomène et des moyens de s'en protéger et (iii) nature des contraintes techniques et sociales relatives à l'action, peut-on faire correspondre des indicateurs d'ordre socio-démographique, économique, culturel ou spatial permettant de cibler les populations vulnérables ?

– **Peut-on envisager des pistes d'action préventives adaptées aux types de vulnérabilité mis à jour ?**

Au final, notre objectif, rappelons le, est de dégager des pistes d'action préventives, concrètes, basées sur les résultats de nos investigations afin d'agir sur les faiblesses mises à jour pour chacun des facteurs de vulnérabilité étudiés. Nous pouvons envisager des perspectives d'action à mettre en oeuvre par les acteurs locaux, dans le cadre de leur politique de réduction de la vulnérabilité, avec des actions ciblées sur les points faibles du réseau routier notamment. Nous pouvons par ailleurs envisager le rôle des assureurs et des chercheurs en matière de sensibilisation et d'observation des vulnérabilités sur le long terme.

Méthodologie

Ce travail de recherche, financé par la fondation de recherche MAIF, a une ambition opérationnelle, visant un objectif de prévention appliqué à la réduction de la vulnérabilité humaine aux crues rapides. Dans le cadre de notre coopération avec cet organisme, nous avons donc choisi de focaliser nos travaux sur la prévention des décès et particulièrement de ceux intervenant à l'occasion de déplacements. Notre problème consiste donc à identifier *a priori*, c'est-à-dire avant la survenue d'un événement dommageable, des profils de populations vulnérables. Cet objectif

pratique nécessite une approche compréhensive du problème mais néanmoins quantifiable afin (i) d'identifier les principales causes de vulnérabilité des comportements, (ii) d'évaluer la proportion de population concernée par celles-ci et (iii) d'envisager des pistes d'actions ciblées à mettre en oeuvre pour réduire ces types de vulnérabilité. Ainsi, notre approche se veut-elle à la fois qualitative et quantitative et fait appel à deux modalités d'investigation.

La première, rétrospective, est basée sur l'observation et l'analyse de faits et de témoignages décrivant des situations de crise liées à des événements hydro-météorologiques extrêmes dans la région d'étude considérée. Dans cette analyse nous proposons de prendre en compte le fait que certaines personnes sont plus susceptibles que d'autres de se protéger en cas de danger, voire même d'éviter de se retrouver dans des situations dangereuses. Ces personnes présentant une vulnérabilité moindre peuvent avoir une certaine capacité à anticiper la crise ou à la surmonter. Inversement, il paraît logique de considérer que les personnes décédées, ou celles qui ont été véritablement mises en difficulté lors d'événements graves, permettent d'établir un profil de populations qui sont à la fois exposées et vulnérables. L'étude de ces cas de figure doit donc nous permettre une meilleure compréhension des facteurs de vulnérabilité aux crues rapides.

Cette étude a donc pour cadre les deux derniers événements majeurs qui ont affecté le Gard en septembre 2002 et septembre 2005. Dans le cadre de ces retours d'expérience, nous avons examiné :

- les configurations spatio-temporelles les plus dangereuses pour les personnes en déplacement au moment de la crise, par l'analyse des circonstances des décès lors de l'événement de 2002 ;
- les pratiques spatiales face à l'imminence de crues rapides et leurs moteurs principaux à travers les récits de 30 sinistrés de la catastrophes de 2002 ;
- le mode d'organisation et de gestion institutionnelle de la crise à différentes échelles, départementale et locale lors de l'événement de 2005, et leurs implications en matière de comportements individuels. Ces analyses reposent sur trois méthodes de recueil de données : (i) l'observation in situ en cellule de crise préfectorale, (ii) des entretiens semi-directifs auprès des acteurs de la crise et des transports scolaires et enfin (iii) la participation à une réunion de retour d'expérience dans un collège du Gard.

La seconde, prospective, vise à déterminer, *a priori*, à partir d'enquêtes quantitatives des profils d'individus particulièrement vulnérables aux crues rapides dans le secteur d'étude considéré. Ces typologies de vulnérabilité seront établies, d'une part sur la base de l'analyse d'indicateurs issus des théories comportementales développées par de nombreux travaux de recherche dans le domaine des risques naturels en général ; et d'autre part, par recoupement avec les conclusions de nos analyses rétrospectives locales et spécifiquement dédiées au problème posé par les crues

rapides. Cette étape de notre étude a fait appel à la mise en oeuvre de trois campagnes d'enquêtes quantitatives entre septembre 2004 et février 2006 auprès de différents types de population dans le Gard.

Dans un premier temps, nous avons utilisé la technique d'enquête par questionnaires pour évaluer au sein des populations touristiques (268 répondants) et résidentes (960 répondants) les potentielles capacités de réponse à une alerte puis à une crise hydro-météorologique. Selon le modèle développé par la figure 1, nous nous sommes attachés à évaluer pour différentes circonstances :

- leur représentation du risque de crue rapide et du danger qu'il représente pour eux-mêmes ;
- leur compréhension du phénomène et les moyens de s'en protéger ;
- la nature des facteurs qui pourraient contraindre la mise en oeuvre d'action de protection.

Dans un second temps, nous avons réalisé 200 utilisant le support de cartes mentales afin de traiter spécifiquement du problème des mobilités en temps de crise. Cet outil est utilisé depuis les années 1960 par les géographes pour mieux comprendre le rapport intime des populations à l'espace. Il nous a servi, d'une part, à étudier les mobilités habituelles des résidents et leur niveau d'exposition aux coupures du réseau routier et d'autre part, à identifier les zones jugées dangereuses sur ces itinéraires habituels pour ensuite confronter cette représentation avec la réalité des coupures de routes en période de crue.

La méthode de diagnostic de la vulnérabilité des comportements proposée dans le cadre de cette recherche nécessite un terrain d'étude permettant à la fois une approche prospective et rétrospective, c'est-à-dire l'accès à des données concernant au moins un événement hydro-météorologique récent. Au moment où les prémises de ce travail ont débuté, en 2003, un événement majeur venait de se produire dans les départements du Gard et de l'Hérault.

Terrain d'étude

Dans le Gard, plus sévèrement touché, 299 communes des 353 que compte le département ont été sinistrées, faisant 23 morts et 1.2 milliard d'euros de dommages économiques en moins de 24 heures. Cette expérience dramatique, dans un département pourtant historiquement habitué aux « crues cévenoles », a mis en évidence la vulnérabilité des populations à ce type d'événement et en particulier la fragilité du réseau routier. Ainsi, même si le nombre de victimes imputable à des déplacements risqués n'atteint pas les 40 % de l'ensemble des décès enregistrés, l'événement a néanmoins été à l'origine du piégeage de 300 à 400 automobilistes et de la destruction de leur véhicule sur une portion de la route nationale 106 (RN106) reliant Nîmes à Alès. Les conducteurs n'ont eu la vie sauve que grâce à leur propre initiative, en se mettant à l'abri dans les bâtiments

d'un collège proche. Par ailleurs, la mission de retour d'expérience qui a suivi la catastrophe fait état des comportements dangereux des conducteurs peu enclins à respecter les barrages routiers mis en place pour leur sécurité. Ces observations ont ainsi été à l'origine de notre premier intérêt pour ce département.

En complément de cet avantage circonstanciel, le département du Gard semble intéressant à plus d'un titre. Du point de vue géographique d'abord, le Gard, situé entre la Méditerranée et les reliefs de moyenne altitude appartenant aux contreforts du Massif Central, bénéficie d'une localisation aussi avantageuse que risquée. Ces avantages, s'entendant en termes d'ensoleillement, de qualité paysagère et environnementale, rendent le territoire particulièrement attractif à l'immigration permanente et saisonnière. Ainsi, le département, dont la densité de peuplement est légèrement supérieure à la moyenne française, a enregistré une progression de 37 % du nombre d'habitants en 30 ans, principalement due au solde migratoire. De la même manière, les chiffres du tourisme montre une augmentation de 13 % de la fréquentation touristique annuelle. Cependant l'eau et les montagnes, qui font la beauté des paysages de cette terre d'accueil, sont aussi les vecteurs de phénomènes tristement connus sous le nom de « crues cévenoles ». En effet, si le soleil, la Méditerranée, les Cévennes et les rivières contribuent grandement à la qualité de vie des gardois et à la renommée touristique du département, ils constituent également les ingrédients essentiels à la génération d'épisodes de précipitations intenses et à leur transformation en écoulements superficiels rapides et violents. Ainsi le département figure parmi l'un des plus sensibles aux crues rapides avec un total de 28 événements catastrophiques responsables de 300 décès (Antoine *et al.*, 2001) depuis six siècles. D'après les statistiques des registres CATNAT, pas une seule des communes du Gard n'a échappé à la déclaration de catastrophe naturelle pour cause d'inondation. Les zones inondables représentent 19 % de la superficie du département et 37 % de la population résidente est concernée par le risque inondation sur son lieu d'habitation. Cependant, le risque est aussi présent au niveau des axes routiers puisque 515 kilomètres de routes sont situés en zones inondables. Ces données témoignent du niveau d'exposition relativement élevé du territoire aux crues rapides et de l'intérêt de conduire des investigations plus approfondies pour savoir si cette exposition présage réellement d'une forte vulnérabilité.

Par ailleurs, ce département présente d'autres avantages pour qui souhaite entreprendre une recherche nécessitant le recueil de données aussi bien sociales que physiques. En effet, les acteurs locaux et institutionnels, de même que les chercheurs s'intéressant aux phénomènes physiques ont, depuis quelques années déjà, entamé une politique volontariste visant à mieux comprendre le problème des crues rapides dans le département. On peut estimer qu'à l'heure actuelle, la politique développée positionne le Gard comme l'un des départements « pilote » dans ce domaine. Les actions engagées sont de diverses natures.

En matière de collecte de données et de recherche, il paraît nécessaire de détailler les actions

menées par l'Observatoire Hydro-Météorologique Cévennes-Vivarais (OHM-CV) qui constitue aussi le cadre dans lequel s'inscrit notre recherche. Labellisé « Observatoire de Recherche en Environnement (ORE) », l'OHM-CV est un service d'observation de l'INSU-CNRS et de l'Observatoire des Sciences de l'Université de Grenoble (OSUG) dont l'activité, prévue pour durer un minimum de 10 ans, a débuté en 2000. Il vise à fédérer les compétences de chercheurs de disciplines variées (météorologie, hydrologie, géophysique, géographie, mathématiques appliquées, socio-économie, ...) pour améliorer les connaissances et les capacités de prévision du risque hydro-météorologique associé aux pluies intenses et aux crues éclaircies. Trois stratégies d'observation complémentaires sont pour cela mises en œuvre :

- l'observation hydro-météorologique détaillée et durable sur un site pilote centré sur la région Cévennes-Vivarais ;
- la réalisation de retours d'expériences hydrologiques et socio-économiques sur les phénomènes extrêmes se produisant sur l'ensemble des régions méditerranéennes de l'Europe de l'Ouest ;
- la caractérisation probabiliste des pluies et débits extrêmes par l'utilisation de l'archive historique.

Les activités de l'OHM-CV se focalisent sur une fenêtre spatiale de 160x200 km² (figure 2) permettant l'observation des bassins versants des Gardons, du Vidourle, de la Cèze, de l'Hérault, de la Haute-Loire et de l'Ardèche. Les sites d'observation bénéficient d'une instrumentation opérationnelle permanente composée de trois radars météorologiques, 650 pluviomètres et 45 points de contrôle des débits des rivières, provenant des réseaux déployés par Météo-France, le Service de Prévision des Crues (SPC) du Grand Delta, les Directions de l'Environnement (DIREN Languedoc-Roussillon et Rhône-Alpes) et Electricité de France.

En ce qui concerne les actions locales, nous pouvons souligner l'initiative du Conseil général du Gard pour créer le Schéma départemental de Prévention des inondations s'articulant autour de 6 axes majeurs d'intervention :

- l'adaptation de l'occupation des sols en zone inondable ;
- l'amélioration de l'information et de l'alerte en temps de crise ;
- la préparation des communes et des services publics ;
- la sensibilisation et l'éducation des populations ;
- la valorisation des zones d'expansion et retenues d'eau ;
- la protection des lieux habités.

Au sein des axes de ce schéma départemental, quatre actions intéressent tout particulièrement notre problématique.

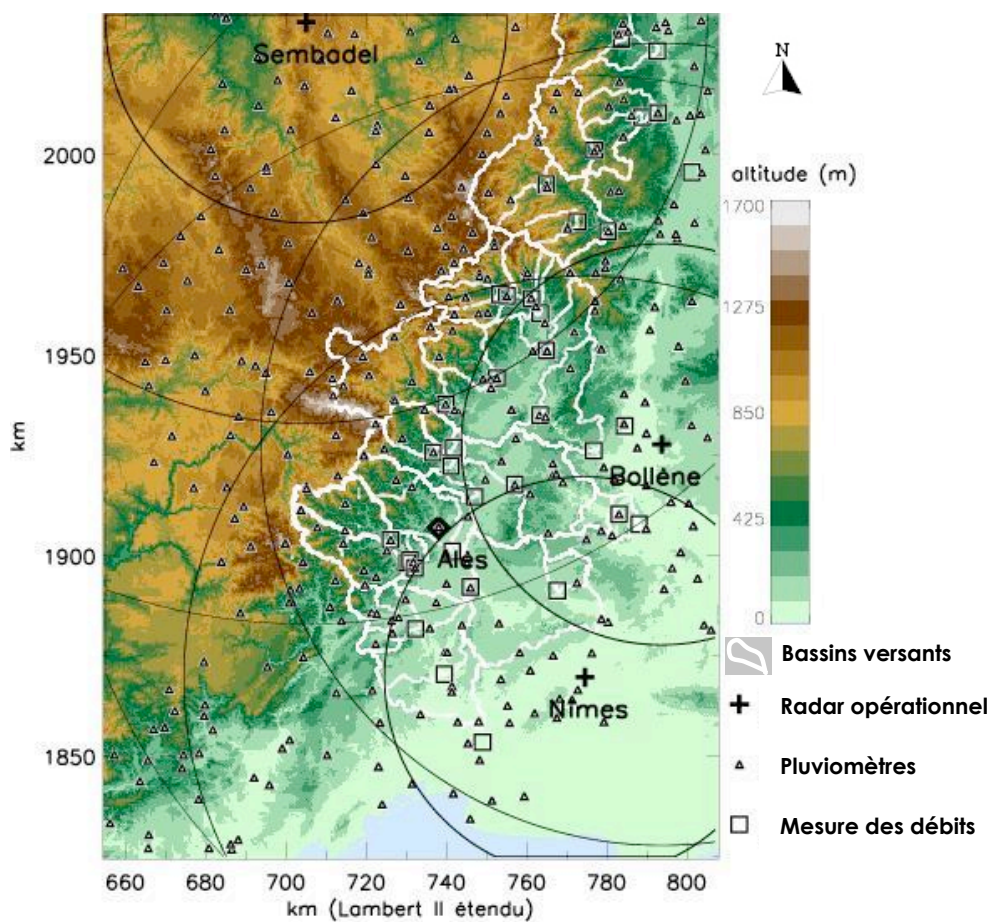


FIGURE 2 – Fenêtre du site pilote Cévennes-Vivarais et moyens d'observation opérationnels disponibles. Source : OHM-CV.

La première concerne la création du premier Observatoire français du Risque Inondation (ORI) « *visant à améliorer les connaissances pour renforcer la culture du risque au sein de la population, aider à la programmation des actions et évaluer l'intervention publique dans ce domaine* »⁵. L'observatoire communique par le biais d'un site Internet portail sur le risque inondation et poursuit sa mission d'évaluation et de suivi du risque en mettant à jour un tableau de bord composé d'une base de données rassemblant actuellement 25 indicateurs renseignés à l'échelle communale ou du bassin versant.

La seconde action consiste en une campagne de sensibilisation des populations (grand public et scolaires) et des acteurs locaux (élus et personnels territoriaux) au risque d'inondation. Cette action vise à favoriser l'amélioration des connaissances et le renforcement de la culture du risque, de même que la prise en compte par les décideurs du risque dans l'aménagement du territoire.

La troisième action spécifiquement dédiée à l'amélioration du problème de déplacement en période de crue a permis la mise en place d'un Plan Route. Celui-ci vise à dresser un bilan de l'état du réseau routier et des principaux enjeux pour l'exploitation routière avant d'envisager un programme de mise hors d'eau du réseau. Il prévoit par ailleurs une organisation départementale de crise avec la mise en place d'une cellule d'astreinte et d'un plan de gestion du trafic afin de pallier les dysfonctionnements enregistrés lors de la crue de 2002.

Enfin la dernière initiative originale a conduit à l'élaboration d'un Plan d'Organisation des Transports et des Établissements Scolaires (P.O.T.E.S.) lors d'événements climatiques. Il est le résultat d'une concertation entre la Préfecture, le Conseil général, les Communautés d'agglomération de Nîmes et Alès, l'Inspection académique, le Service de l'équipement, les forces de l'ordre et les représentants des élus et des transporteurs. Cette procédure propose en quelque sorte une automatisation des décisions en fonction de scénarios de crise. Les décisions prises par le Préfet dans le cadre de l'application du P.O.T.E.S. interviennent dans le cadre du Centre Opérationnel de Défense (COD) en préfecture.

L'ensemble de ces initiatives nous paraissent révéler une réelle volonté de s'atteler au problème des inondations en s'intéressant tout particulièrement au volet social du risque. Ainsi, lors des premières prises de contact avec les acteurs locaux, nous avons senti un véritable intérêt pour nos propositions de recherche, celles-ci pouvant non seulement permettre de compléter les connaissances en cours d'acquisition mais permettant par ailleurs d'orienter de futures actions vers les besoins décelés lors de notre étude de vulnérabilité. Ces contacts ont, de plus, dirigé nos investigations vers une zone d'étude précise à l'intérieur du département. En effet, étant donné les moyens et le temps dont nous disposions pour cette recherche, ainsi que les techniques d'enquêtes envisagées, il nous était impossible de conduire une étude sur l'ensemble du territoire départemental. Nous avons donc choisi, en accord avec nos partenaires, de focaliser nos investi-

5. <http://orig.cg-gard.fr>, dernière consultation le 19/08/07

gations sur le secteur de la Route Nationale 106 reliant Nîmes à Alès. Ce secteur est intéressant à plusieurs titres. D'abord cette partie du réseau routier est à l'origine des principaux dysfonctionnements enregistrés lors de la crue de 2002. Ensuite, celui-ci fait l'objet, d'un plan de gestion du trafic visant à canaliser les flux pour différents scénarios de crise hydro-météorologique. Enfin, cet axe constitue une liaison majeure au sein du département, et permet de relier à la fois les deux communes urbaines principales mais aussi de nombreuses communes rurales dépendantes en matière de services et de bassin d'emploi. Ce dernier élément présente un intérêt particulier lorsqu'on s'intéresse aux mobilités en temps de crise sur la base de l'étude des mobilités quotidiennes.

Plan du mémoire

Cette thèse, dont nous venons d'exposer les enjeux et la problématique, peut être considérée comme une recherche appliquée au diagnostic de la vulnérabilité des comportements aux crises hydro-météorologiques et à la proposition de solutions de mitigation. Ainsi, même si nous proposons une approche basée sur deux types de méthodes différentes, l'analyse rétrospective, d'une part et l'analyse prospective de l'autre, l'organisation de notre mémoire ne fait pas nécessairement apparaître cette dichotomie. Ainsi, nous avons plutôt choisi de présenter nos réflexions et résultats en intégrant les différents outils d'analyse et sources de données de manière transversale, en préférant cibler nos écrits sur deux temps du risque « le quotidien » et « la crise ». Le document présenté ici se décompose donc en trois parties.

La première partie présente l'état de la question d'abord d'un point de vue théorique en nous intéressant plus spécifiquement aux concepts de risque et de vulnérabilité ainsi qu'à la problématique des crues rapides. Ce chapitre se termine par l'explicitation de la méthode que nous proposons d'employer pour évaluer la vulnérabilité des comportements aux crues rapides dans le Gard. Le second chapitre de cette partie se consacre à une description de notre terrain d'étude envisagée sous l'angle des facteurs de risque visible à l'échelle du territoire.

La deuxième partie est consacrée à la présentation de nos méthodes d'enquêtes quantitatives prospectives et de l'exploitation que nous faisons d'une partie de ces questionnaires. Notre analyse porte ainsi sur la représentation du risque de crue rapide considéré comme l'un des facteurs de comportement en temps de crise. Nous envisagerons d'abord les représentations des populations touristiques et résidentes dans le cadre de leur environnement quotidien avant de nous intéresser plus spécifiquement au problème des mobilités quotidiennes, de leur niveau d'exposition et des représentations qu'elles suscitent.

La dernière partie s'intéresse aux comportements en temps de crise dans l'objectif d'identifier les moteurs et freins de l'action et d'en déduire quelques perspectives d'actions ciblées en

matière de prévention et de gestion de crise. Cette partie s'organise en trois chapitres. Le premier vise à tirer les leçons des événements passés par une analyse poussée des facteurs conjoncturels et géographiques répertoriés dans la littérature et observables lors des crues catastrophiques de 2002 dans le Gard. Le second chapitre se consacre à l'identification de profils de vulnérabilité au sein des populations du Gard sur la base des comportements déclarés lors de mises en situation réalisées dans le cadre de nos enquêtes par questionnaire. Le dernier chapitre fait le point sur les facteurs de vulnérabilité décelés et les moyens d'intégrer ces nouvelles connaissances à l'amélioration des actions de prévention et de gestion de crise.

Première partie

Vulnérabilité aux crues rapides : quels enjeux ?

Introduction

Le nombre d'inondations et leur intensité ont considérablement augmenté dans le monde ces dernières années, causant des milliers de morts chaque année (Kundzewicz and Kundzewicz, 2005). Selon la base de données internationale sur les catastrophes (EM-DAT : The OFDA/CRED International Disaster Database, de l'Université catholique de Louvain, Brussels, Belgium), 2 251 inondations ont tué 176 000 personnes entre 1980 et 2005⁶. En Europe, les inondations constituent la catastrophe naturelle la plus fréquente (WHO-Europe, 2002) et les crues rapides en particulier figurent parmi les plus meurtrières. Malgré les progrès de la prévision, les pertes associées aux crues rapides continuent d'augmenter avec le développement des activités humaines. Ainsi les crues constituent un problème essentiellement humain. Le débordement occasionnel des rivières est un processus naturel, il ne devient un problème que lorsqu'il affecte la société humaine. L'augmentation démographique et l'évolution des pratiques de mobilité en particulier impliquent une expansion des communautés dans des secteurs plus exposés et souvent sans conscience des dangers qui les menacent. Dans le Gard comme sur tout le pourtour méditerranéen, le « Plan Bleu », assumant la fonction d'Observatoire méditerranéen pour l'environnement et le développement, note une tendance à l'augmentation de la vulnérabilité associée à la concentration des activités humaines sur le littoral. De plus, la région méditerranéenne constitue la première destination touristique du monde (Glass, 2004). Ces changements démographiques et économiques expliquent les transformations actuelles de l'aménagement du territoire. Le développement des surfaces urbanisées accroît l'artificialisation des sols et contribue à augmenter le risque de crues rapides catastrophiques.

Ces évolutions socio-démographiques associées à la persistance, voire à l'augmentation des pertes liées aux risques naturels malgré les progrès technologiques réalisés dans les pays industrialisés, ont été à l'origine d'un changement de paradigme à propos de la notion de risque. Les recherches et pratiques initialement centrées sur les questions d'aléas se sont progressivement orientées vers le concept de « vulnérabilité », désormais très à la mode. Cependant l'engouement grandissant pour ce terme va de pair avec une polysémie et une variété d'approches héritées des

6. La base de données recense les catastrophes répondant à l'un des critères suivants : un minimum de 10 personnes tuées ou au moins 100 personnes blessées, affectées ou sans abris. Source : www.em-dat.net

différents champs disciplinaires qui le mobilisent.

Cette partie est scindée en deux chapitres. Le premier vise à la clarification des concepts et des méthodes d'analyses correspondantes ainsi qu'à la façon d'envisager leur adaptation spécifique à la problématique des crues rapides. Le second permettra la formalisation de notre méthode de diagnostic de la vulnérabilité des populations du Gard et l'état des lieux des facteurs de risque qui caractérisent ce territoire.

Chapitre 1

Vulnérabilité aux crues rapides : penser autrement

LES crues rapides, comme leur nom l'indique, sont des événements où le facteur temps apparaît primordial. À ce titre, elles ont des conséquences bien différentes de celles des crues de plaine et ne peuvent s'envisager de la même manière en ce qui concerne leur gestion. L'objectif de gestion oblige préalablement à la définition des concepts. Si, selon la définition classique, le risque associé aux crues rapides (dites parfois « éclair ») est le résultat du croisement entre un aléa, ici l'orage suivi de la concentration rapide des eaux de pluie par de petits bassins versants, et une vulnérabilité représentée par la fragilité des éléments exposés (population, bâti, infrastructures, réseaux, activités économiques, milieu naturel...), il ne faut pas oublier que chacun des éléments de l'équation peut être entendu de manière différente en fonction des disciplines et des objectifs de gestion privilégiés.

Ce chapitre vise en premier lieu à une clarification sémantique des termes que nous emploierons tout au long de ce mémoire de thèse. Il cherche ensuite à éclairer la spécificité des événements impliquant des crues rapides afin de promouvoir un mode d'appréhension particulier des problèmes que celles-ci posent en matière de vulnérabilité. Enfin, nous consacrerons la dernière partie de ce chapitre à positionner notre approche vis-à-vis des théories précédemment développées puis à expliciter les méthodes d'analyses employées dans le cadre de ce travail.

1.1 Entre risque et catastrophe, le recours au concept de vulnérabilité

Comme le souligne Dauphiné (2001) dans son ouvrage « *Risques et Catastrophes* », ces termes désignent une potentialité et une réalité qui ne se recouvrent pas. Cependant, ces deux termes sont liés. En effet, si l'exposition au risque n'a pas toujours comme conséquence une catastrophe, cette dernière ne s'entend pas sans l'existence préalable d'un risque. Or la transformation d'un risque potentiel en une catastrophe bien réelle nécessite le recours au concept de vulnérabilité. Ce terme comme celui de risque fait l'objet d'un effet de mode. Il est employé pour définir indifféremment la fragilité d'éléments matériels, humains ou idéels. Le mot même de « vulnérabilité », pourtant issu du langage courant, n'est pas toujours compris dans le même sens. Si certains y voient un potentiel d'endommagement, d'autres y attachent une capacité à surmonter une crise ou à surmonter une menace (Thouret et D'Ercole, 1996). Ces différentes acceptions ont une conséquence sur la manière dont le problème est appréhendé. Ainsi, il peut être abordé d'un point de vue quantitatif, qualitatif ou de façon intermédiaire, il peut aussi être étudié sous l'angle de la systémique. Ces différentes approches sont bien souvent disciplinaires. Le risque requiert pourtant de l'interdisciplinarité. Alors comment s'y retrouver dans cette diversité d'approches et de conceptions ? Les termes méritent d'être clarifiés, de même que l'approche interdisciplinaire nécessite, si ce n'est un consensus, au moins un langage commun tenant compte des différences et des similarités mais surtout des besoins de chacun pour s'exprimer sur son objet de recherche.

1.1.1 Le Risque : une notion complexe

« *Le martèlement du mot (Risque), lancé par les ondes, répandu sur les feuilles imprimées, exploité par toutes les publicités, finissait par assourdir. Étions nous intoxiqués par le tintement d'une boîte vide, ou au contraire le mot contenait-il quelque chose ?* » —Casamayor (1965). Cette phrase exprime une interrogation qui reste d'actualité 40 ans plus tard. Le mot « risque » est employé partout et pour tout. Il est parfois assorti de qualificatifs tels que « naturel » ou « technologique » qui tendent à préciser son origine et à délimiter des domaines de recherche qui se veulent spécifiques. Mais que recouvre réellement ce terme passe partout ? A-t-il le même sens dans toutes les sociétés, à toutes les époques et dans toutes les disciplines ?

En premier lieu, il faut rappeler que dans le langage courant, la notion de risque est polysémique. Un rapide coup d'œil dans *Le Robert micro* nous en donne la preuve, puisque ce dictionnaire basique lui attribue déjà trois sens, sans compter les multiples acceptions de sa forme verbale. Ainsi, il est entendu comme un « *danger éventuel plus ou moins prévisible* » auquel on associe, en guise de synonyme, le mot « *inconvenient* ». Il est aussi défini comme une « *éventualité d'un événe-*

ment préjudiciable à la santé, à la vie ou à la possession de quelque chose » et enfin comme « le fait de s'exposer à un danger (dans l'espoir d'obtenir un avantage) ». Ces définitions soulignent trois aspects propres à la notion : d'abord son caractère aléatoire, ensuite la contrainte qu'il représente et enfin le caractère volontaire qu'il sous-tend. Si le langage courant assimile volontiers le risque au danger, il n'en est pas de même chez les spécialistes de la question. Ainsi, Chaline et Dubois-Maury (1994) précisent que « le danger est une situation, un fait brut, un état durant lequel des personnes, des biens subissent des pertes et des dommages. Le danger fait courir un risque. Le risque est une éventualité, une probabilité de danger ». Tricart (1992) va dans le même sens en indiquant que « Ces dangers existent indépendamment de l'Homme. [...] Ils le menacent. [...] Cette menace naît de la conjonction, d'une part du phénomène lui-même, naturel ou technologique, et d'autre part de la présence de l'Homme, de la manière dont elle est réalisée face au phénomène. [...] Le risque, c'est en effet, la traduction du danger en menace pour celui qui lui est soumis ».

Ces définitions révèlent toute l'influence des champs disciplinaires. En effet, si certains se focalisent sur l'aspect incertain, aléatoire qui les invite à évaluer des probabilités d'occurrence, d'autres préfèrent y voir l'aspect humain et volontaire. Ainsi, le risque est une notion transversale à la plupart des disciplines scientifiques : sciences physico-chimiques, sciences naturelles, sciences de l'homme et de la société. Chaque discipline l'aborde de manière différente. Si le concept de risque oblige donc à l'interdisciplinarité, il est clair que celle-ci n'est pas évidente surtout lorsqu'elle doit reposer sur la mise en commun des acquis propres à chaque discipline (Rossiaud, 2005). Deux types d'approches séparent les sciences sociales des sciences dites "dures". Si les premières se réfèrent généralement aux théories dites « *constructivistes* », les secondes adoptent un point de vue qualifié de « *réalistes* » ou « *d'objectivistes* ». Selon les tenants de la vision « *constructivistes* » le risque est une notion socialement construite, qui ne peut être appréhendée qu'à travers l'analyse des perceptions individuelles, des représentations sociales et des relations entre acteurs sociaux. La seconde approche se veut plus pragmatique et s'attache à quantifier le risque à l'aide d'indicateurs mesurables et statistiquement significatifs. Cette opposition épistémologique a par ailleurs des conséquences méthodologiques avec le recours à des méthodes qualitatives du côté des sciences sociales, et des méthodes quantitatives privilégiées par les sciences dures. Comment peuvent-ils se comprendre et avancer ensemble si tout les sépare ? Selon Beck (2001), cet antagonisme est inopérant. Jusqu'à présent l'ouverture à l'autre camp n'est pas la règle et la méfiance est le seul sentiment qui soit partagé. Ainsi, même si l'interdisciplinarité est prônée par toutes les instances dirigeantes, elle se borne bien souvent à une juxtaposition de regards disciplinaires. C'est peut-être sur cet aspect que la géographie, à mi-chemin entre les deux approches et leurs méthodologies, est la plus à même de jouer les entremetteuses.

Enfin, si la notion de risque constitue aujourd'hui un enjeu central de nos sociétés contemporaines, il n'en a pas toujours été de même au cours de l'histoire. En effet, face aux cataclysmes naturels, les sociétés humaines ont d'abord adopté une attitude fataliste, associant ces événements aux manifestations de la Divine Providence ou du Diable. La prise de conscience des origines « na-

turelles » des catastrophes est contemporaine de la philosophie des Lumières et de la nouvelle distinction qui fut faite entre lois naturelles relevant de la physique et croyances religieuses. Ce mouvement sera encouragé par le débat philosophique qui suivit le tremblement de terre catastrophique de Lisbonne en 1755 (Fabiani et Theys, 1987 ; Dynes, 2003). À cette occasion, Rousseau oppose à Voltaire, dénonciateur de la violence de la nature, la responsabilité humaine dans cette catastrophe. Ce débat amorce un changement de paradigme allant dans le sens d'une « *laïcisation du danger* », pour reprendre les propos de Fabiani et Theys (1987), et constitue le cadre de l'approche contemporaine du risque. Ainsi selon Rossiaud (2005), cette vision nouvelle, constitutive de la modernité, au même titre que celle de progrès, de croissance ou de développement, est inséparable de la notion de « contrôle » par l'homme tant de la nature que de ces propres productions. Cette vision partagée par les sociétés modernes est néanmoins appréhendée de façon très variable en fonction des contextes culturels, des sociétés, des classes sociales et même des individus. C'est en cela que la notion de risque est extrêmement subjective et relative.

L'aspect subjectif de cette notion rend son utilisation complexe et difficilement opérante d'un point de vue pragmatique. En effet, l'intervention publique en matière de prévention et de gestion des risques nécessite dans un premier temps d'identifier le risque. Or cette étape n'est possible qu'à partir du moment où il y a un consensus sur la définition et la manière d'appréhender le problème sur le terrain. C'est cette définition objectivable du risque que nous proposons d'évoquer maintenant.

1.1.2 Quelle définition objectivable du Risque ?

Dans le domaine des risques naturels, la définition qui fait aujourd'hui consensus s'est établie autour des notions d'aléa et de vulnérabilité. Ainsi, le terme se réfère à la conjonction de deux approches. L'une s'intéresse au phénomène naturel potentiellement dommageable, l'aléa, avec l'objectif d'en comprendre les causes afin de les prévoir et de s'en protéger. L'autre approche s'attache à caractériser la propension des sociétés à en subir les préjudices. Selon cette définition, un même risque peut donc résulter de plusieurs combinaisons d'aléas et de vulnérabilités, un aléa fort et une vulnérabilité faible, ou l'inverse, ou encore des valeurs moyennes pour chaque composante.

Cependant, ce relatif consensus, est le résultat d'une évolution historique qui a vu naître et monter en puissance le concept de vulnérabilité. En effet, pendant longtemps la notion de risque a été synonyme d'aléa et même de phénomène naturel. Ainsi, cet aspect du risque, qui était considéré comme la cause première des impacts sur la société humaine et son environnement, est apparu comme l'élément majeur sans lequel le risque n'existerait pas. Cette première phase est la conséquence directe du changement de paradigme initié au XVIIIe siècle. À cette époque, le

fatalisme laisse la place à une vision plus politique attachée à l'idée que l'Homme est capable de contrôler de la nature. Cette approche se trouve renforcée par le progrès technique qui, au XIXe et surtout au XXe siècle, autorise une meilleure compréhension des phénomènes naturels et offre des solutions techniques pour s'en protéger. À la gestion « traditionnelle » des milieux naturels et des ressources est opposée une gestion « moderne » obéissant à des impératifs stratégiques et économiques. Cette période verra l'avènement de la notion d'aléa et d'une conception très « technocentriste » de la gestion du risque. Cette approche a le « mérite » d'une définition claire des rôles : les sciences physiques et naturelles sont chargées de l'étude du phénomène, les sciences de l'ingénieur sont les garants de la mise en oeuvre de parades techniques visant à réduire l'exposition et les instances politiques interviennent dans les choix stratégiques (Reghezza, 2006). Cependant, cette conception technocentrée est battue en brèche depuis les années 60 avec les travaux des géographes américains de la « *Natural hazards research school* ».

Ces travaux menés sous l'impulsion de G.F. White, conduiront progressivement à l'apparition du concept de vulnérabilité. Cependant celui-ci n'acquerra sa dimension sociale actuelle qu'au milieu des années 90 avec les théories développées par Wisner (1993) ; Cannon (1994) qui seront finalement promues à l'occasion de la Décennie Internationale pour la Réduction des Catastrophes Naturelles (« *International Decade for Natural Disaster Reduction* » - IDNDR) (IDNDR, 1994). À l'issue de cette période d'intense réflexion et de débats entre les différents acteurs intéressés par la problématique des catastrophes naturelles, le secrétariat de l'« *International Strategy for Disaster Reduction (ISDR)* » publiait un ouvrage faisant état des progrès dans ce domaine et proposait la définition suivante du risque (UN/ISDR, 2004) : « *The probability of harmful consequences, or expected loss resulting from interactions between natural or human induced hazards and vulnerable/capable conditions* » et résumé par l'équation désormais célèbre :

$$\text{Risque} = \text{Aléa} \times \text{Vulnérabilité} \quad (1.1)$$

Le texte précise néanmoins que l'expression « *The probability of harmful consequences* » sous-tend que les risques sont inhérents ou peuvent être créés ou exister à l'intérieur des systèmes sociaux. Il souligne ainsi l'importance de considérer le système social dans lequel le risque est présent notamment car les perceptions du risque et de ses conséquences peuvent différer en fonction des individus.

En parallèle de cette définition assez générique, un travail interdisciplinaire réunissant des chercheurs reconnus dans des disciplines aussi différentes que les sciences de la terre, l'économie, la santé publique, la criminologie et la médecine légale, le droit, la science politique, l'histoire sociale et la sociologie, ont proposé une équation qui nous semble mieux tenir compte des différentes approches (Lamarre, 2005) :

$$\text{Risque} = f(A, E, V, I, t, s) \quad (1.2)$$

A représentant l'Aléa, E les éléments à risque, V la vulnérabilité, I la résilience et t et s respectivement le temps et l'espace. La définition des différents termes de cette équation nous est donnée par Rossiaud (2005).

L'Aléa (A) est défini comme un événement pouvant causer des dommages dans des espaces donnés (s), pendant des périodes de temps très variables (t). Ce terme peut être quantifié par l'estimation d'une probabilité d'occurrence et d'une intensité. Cette quantification n'est pas toujours évidente dans le cadre de systèmes naturels complexes et évolutifs (notamment lorsqu'il s'agit du climat) pour lesquels de longues séries de données sont indispensables.

Les éléments à risque (E) désignent ce qui est soumis à l'impact d'un événement. Ils peuvent être quantifiés en termes physiques (nombre de morts ou de blessés) ou économiques (si tant est qu'on puisse attribuer une valeur monétaire à la vie humaine).

La vulnérabilité (V) s'entend par la fragilité des éléments à risque par rapport à l'occurrence d'un événement. La vulnérabilité s'avère un concept au moins aussi délicat à appréhender que le risque puisqu'elle recouvre des significations et requiert des modes d'analyse très différents en fonction des disciplines scientifiques. Aussi le terme de vulnérabilité est-il souvent assorti d'un adjectif précisant le contexte. On peut citer à titre d'exemple, la vulnérabilité physique, structurale, économique, sociale, institutionnelle... mais nous aborderons cet aspect de la complexité du concept dans la section suivante. Si certains types de vulnérabilité sont relativement facilement quantifiables, il n'en est pas de même pour la vulnérabilité sociale, par exemple qui nécessite généralement des approches plus qualitatives.

La résilience (I) exprime la capacité d'un environnement physique ou biologique, d'une société ou d'un individu, à traverser une expérience stressante ou traumatique en en minimisant l'impact, voire en utilisant l'adversité pour mieux réorganiser ses structures systémiques et son développement. L'application du concept est généralement réservée pour désigner la résilience individuelle (psychique), la résilience communautaire ou politique (sociétale) et la résilience environnementale. La manière d'évaluer qualitativement ou quantitativement celles-ci reste sujette à discussion.

Cette définition du risque complète la première a l'avantage de tenir compte de sa variation dans le temps et dans l'espace et de satisfaire ainsi les géographes particulièrement intéressés par ces problématiques. En effet, chacun des termes de l'équation du risque est conditionné par l'espace et le temps. La caractérisation de l'aléa, d'abord, est fondamentalement liée à la notion de temps, exprimé en termes de récurrence, de vitesse d'occurrence, de durée du phénomène auxquels sont associés une extension spatiale. Qui plus est, en ce qui concerne les phénomènes climatiques dont les crues rapides sont une conséquence directe, on ne peut ignorer les temporalités longues et le changement d'échelle associés aux hypothèses du changement climatique. Les

éléments à risque ensuite apparaissent eux aussi soumis à une dictature spatio-temporelle. Ainsi, leur quantité évolue aussi bien dans le temps long à l'exemple des fluctuations démographiques que dans le temps court, à l'échelle de la journée, voire de l'heure dans le cas des migrations alternantes faisant circuler la population active entre son lieu de résidence et son lieu de travail. Enfin, la vulnérabilité et la résilience ne sont pas les termes les plus insensibles à l'aspect spatio-temporel. La fragilité intrinsèque des individus est en premier lieu conditionnée par un rapport au temps et à la mort. De plus, l'horizon temporel d'un groupe social détermine pour une bonne part son rapport aux risques, notamment la perception qu'il en a. Ainsi, selon Peretti-Watel (2000) « *la précarité dispenserait de toute inquiétude relative à l'avenir, et à l'inverse on se préoccuperait davantage des risques à venir dès lors qu'une certaine sécurité matérielle dans le présent nous assurerait de notre présence dans le futur* » . Par ailleurs, notre flexibilité vis-à-vis des rythmes, qu'ils soient sociaux ou naturels, conditionne aussi notre fragilité. Tandis que les sociétés plus « traditionnelles » présentent une réelle dépendance aux régimes saisonniers, les sociétés « modernes » sont, elles, beaucoup plus contraintes par les flux quotidiens. Ces exemples de l'influence temporelle vont de pair avec l'emprise spatiale des sociétés et des individus et l'aspect territorial du risque. La vulnérabilité et la résilience sont ainsi propres à chaque territoire par le fait même dont ses acteurs s'approprient le risque et agissent pour le réduire. En ce qui concerne notre problématique des crues rapides, nous verrons que les caractéristiques spatio-temporelles du phénomène sont des éléments incontournables de l'évaluation du risque et de la vulnérabilité en particulier.

Maintenant que nous avons envisagé les principaux termes de la fonction (1.2) — que nous préférons à l'équation (1.1) — définissant la notion de risque, revenons sur le concept de vulnérabilité qui s'avère aussi complexe et insaisissable que celui de risque.

1.2 La Vulnérabilité : un concept « savon »

Nous l'avons déjà évoqué, à l'instar du risque, le terme de vulnérabilité est à la mode. Ainsi, Fabiani et Theys écrivaient en 1987 « *Ce qui distingue finalement la période moderne par rapport aux deux précédentes, ce n'est pas que les catastrophes y soient plus nombreuses ou plus meurtrières ; c'est plutôt la résistance qu'elles opposent, par nature totalement singulière, à toute forme de rationalisation (ou de régulation) qui pourrait, comme auparavant, les rendre acceptables. [. . .] C'est pourquoi, l'expression de société vulnérable, plus que celle de société dangereuse, s'applique assez bien aux économies développées du XXe siècle* ». Ainsi, si le terme s'applique parfaitement à nos sociétés modernes, il est intéressant de voir que celui-ci n'est pas uniquement employé dans le domaine des sciences sociales, mais qu'il est aussi largement utilisé par les ingénieurs pour désigner la vulnérabilité physique du bâti, par exemple, ou par les aménageurs pour désigner les populations habitant dans des zones exposées à un aléa. Dès lors que nous proposons d'analyser la vulnérabilité des populations aux crues rapides, il nous paraît

donc nécessaire de bien définir le sens dans lequel nous mobilisons ce terme. Pour cela et pour comprendre l'engouement actuel pour ce concept, nous évoquerons la naissance et l'évolution du concept de vulnérabilité. Cette mise en perspective nous permettra d'éclairer ses acceptions actuelles et les méthodes d'analyse qui leur sont liées.

1.2.1 Naissance et évolution du concept

La naissance de la recherche sur les risques en géographie est associée aux travaux des géographes américains de l'école de Chicago initiés par Barrows (1923) puis repris par G. F. White dans les années 40. Dans le cadre de son travail de thèse, White remet en cause l'approche technocentriste du risque en démontrant que les aménagements structurels de protection contre les crues aux États Unis sont à l'origine d'un sentiment de sécurité responsable d'une augmentation des dommages plutôt que d'une diminution. Ces travaux entre 1936 et 1938, s'intéressent à l'élaboration des « *Federal flood control acts* ». Surpris par la variété des conséquences des inondations sur la société humaine, il recense les principaux facteurs influençant les modes d'adaptation aux inondations et construit une typologie de ces adaptations (White, 1945). Il conclut son ouvrage en soulignant l'inadéquation de la politique gouvernementale qui encourage, par des mesures structurelles de protection et de contrôle de l'aléa, la population et les autorités locales à intensifier l'usage des fonds de vallée soumis aux risques d'inondation plutôt que de les soutenir dans des actions visant à promouvoir une meilleure utilisation des zones à risque.

En 1958, White voit ses conclusions confirmées. Il constate que malgré les 4 milliards de dollars investis aux États Unis dans les travaux hydrauliques de maîtrise des inondations, les pertes humaines et matérielles n'ont pas cessé d'augmenter depuis 1936. Ses recherches se tournent alors vers la compréhension du comportement des populations en zones inondables et portent notamment sur le rôle joué par la perception du risque. Dans ce domaine, il est rejoint par de nombreux chercheurs des universités de Chicago, du Colorado, de Clark et de Toronto qui entament sous sa direction un énorme travail de recueil de données sur le risque naturel dans le monde. Finalement, ce travail aboutit à l'élaboration d'un premier modèle d'adaptation de l'homme aux dangers naturels « *human ecological model* » (Kates, 1971) puis d'un modèle plus élaboré qui sera détaillé dans un ouvrage commun (Burton *et al.*, 1978) intitulé « *The environment as hazard* ». Le paradigme énoncé par les trois auteurs repose sur le concept de rationalité limitée qui détermine les choix individuels selon trois facteurs (i) la perception du risque, (ii) la reconnaissance de possibilité d'adaptation, (iii) et l'évaluation des choix de réponse. Cette école de pensée qualifiée de « *behavioriste* » associe les conséquences catastrophiques des événements naturels à une inadaptation des comportements et de la réponse sociale à l'aléa en cause.

La collaboration avec des sociologues et notamment E. Haas, permet de mettre en avant les

déterminants sociaux dans la capacité à faire face aux risques naturels. Ainsi, White et Haas (1975) avancent l'idée que le niveau de développement économique, technique et politique des sociétés détermine un niveau de vulnérabilité variable vis-à-vis du risque de perte. Dans cette mouvance, des psychologues rejoignent les théories des géographes pour souligner l'importance des facteurs cognitifs associés à l'aléa. Fischhoff *et al.* (1978) ; Slovic *et al.* (1984) ; Slovic et Weber (2002) ; Slovic (2000) développant le paradigme « psychométrique » identifiant « *people's emotional reactions to risky situations that affect judgments of the riskiness of physical, environmental, and material risks in ways that go beyond their objective consequences* ». Ces auteurs montrent notamment la corrélation entre certaines caractéristiques propres à l'aléa et le niveau de perception de celui-ci par la population.

Cependant, même si le terme de « vulnérabilité » apparaît dans les écrits des tenants de l'« *human ecological model* » (Kates, 1971), il ne sera réellement érigé en concept que dans l'article de O'Keefe *et al.* (1976) dont le titre « *Taking the naturalness out of natural disasters* » apparaît parfaitement explicite. Selon les auteurs, « *The time is ripe for some form of precautionary planning which considers vulnerability of the population as the real cause of disaster — a vulnerability that is induced by socio-economic conditions that can be modified by man, and is not just an act of God. The precautionary planning must commence with the removal of concepts of naturalness from natural disasters* ». Utilisant l'exemple des pays du Sud, ces auteurs développent ainsi une thèse plus radicale insistant sur l'importance de comprendre le processus de « *marginalisation* » des sociétés pour évaluer la vulnérabilité des populations. En ce sens, ils proposent de rompre avec l'approche centrée sur l'aléa, évacuant ainsi complètement le phénomène naturel de la question. Ce courant de pensée envisage la catastrophe comme une conséquence non pas des comportements et de l'aléa mais du mal-développement, source originelle de la vulnérabilité. D'un point de vue socio-anthropologique, les théories culturelles développées par Douglas et Wildavsky (1983) ; Dake (1991) ; Douglas (1992) vont dans le même sens en affirmant que le risque est ancré dans les valeurs sociales et culturelles. Selon cette théorie, chaque groupe social a son propre « *portefeuille de risques* », qui dépend du système de valeurs auquel il adhère. C'est ce portefeuille qui détermine les priorités du groupe.

Si les travaux des géographes américains ont ouvert la voie de l'approche sociale du risque et constituent ce que certains appellent « la vision dominante », Hewitt (1983), dans le prolongement de la réflexion d'O'Keefe *et al.* (1976), oppose une critique radicale de cette théorie. Cette nouvelle approche instaure le concept de vulnérabilité comme la clé de compréhension des catastrophes. Rejetant l'idée d'une origine naturelle, il considère la catastrophe comme une conséquence « normale » d'un système social défaillant rendant la population vulnérable. Selon cette théorie dite « radicale », la condition socio-économique des individus et des groupes sociaux, et en particulier la pauvreté, conditionne la susceptibilité de ceux-ci à subir des conséquences catastrophiques. Cette vision reprise par Wisner (1993) ; Cannon (1994) ; Wisner *et al.* (2004) souligne la nécessité d'avoir une approche globale tenant compte du contexte économique, social et politique et des contraintes que ce contexte impose sur la vie quotidienne. Ces contraintes de la vie quoti-

dienne peuvent être la source d'une vulnérabilité qui sera révélée et accentuée par l'occurrence d'événements naturels extrêmes. Ainsi, notamment dans les pays en développement, le comportement des individus face aux aléas naturels s'avère souvent indépendant de l'aléa lui-même mais contraint par les nécessités de la vie quotidienne. Les tenants de cette vision prônent la transformation structurelle économique et sociale par le biais de stratégies locales de développement. Ces théories et notamment le concept de « vulnérabilité » vont être promues à l'occasion de la Décennie Internationale pour la Réduction des Catastrophes Naturelles, qui profitera des avancées du principe de développement durable lors du sommet de Rio, pour affirmer la nécessité d'une gestion raisonnée de l'environnement afin de prévenir de futures catastrophes naturelles.

En France, le concept de vulnérabilité ne sera réellement investi qu'à partir des travaux de Fabiani et Theys (1987) qui s'inspirent des travaux américains pour mettre en évidence le changement de paradigme et le passage d'une vision centrée sur l'aléa à une vision plus sociale du risque. Viendront ensuite les travaux de D'Ercole, dans le cadre de sa thèse (1991) puis lors d'un colloque international rassemblant à Clermont-Ferrand des chercheurs en sciences naturelles et sciences sociales pour réfléchir sur les différentes approches et méthodes d'analyse de la vulnérabilité (D'Ercole, 1994). Ce sont les différentes acceptions qui découlent de ces évolutions historiques que nous proposons d'aborder maintenant avant d'évoquer les méthodes d'analyse en cours actuellement.

1.2.2 Acceptions actuelles et méthodes d'analyse

Les acceptions actuelles du mot vulnérabilité sont la conséquence directe de l'évolution de la notion de risque naturel et des domaines de recherche qui se sont structurés autour de ces concepts aussi bien en sciences naturelles qu'en sciences sociales. Ainsi, les définitions sont-elles variées et bien souvent adaptées à l'usage que l'on veut avoir de cette composante indéfinissable ayant trait à l'aspect « anthropique » du risque. Nous pouvons cependant faire une distinction entre deux types de définitions et d'approches analytiques associées. La première, que l'on peut nommer « vulnérabilité physique » héritée de l'approche technocentriste, se focalise sur une démarche quantitative basée sur les notions d'exposition et d'endommagement. La seconde connue sous le nom de « vulnérabilité sociale » opte pour une approche plus qualitative envisageant les sources de fragilité des personnes ou des groupes exposés. Dans les deux cas, le terme d'exposition est employé. Celui-ci doit être entendu comme la coïncidence spatiale mais aussi temporelle entre les enjeux et l'aléa. L'exposition peut ainsi être considérée comme le trait d'union entre aléa et vulnérabilité (Gilbert, 2006).

Ces différents types de vulnérabilité peuvent, par ailleurs, être abordés selon deux approches, l'une rétrospective dans le cadre de retour d'expérience et l'autre prospective dans le cadre de

diagnostics préalables à l'occurrence d'un événement. Ces deux approches sont de toute façon complémentaires, la première nourrissant la seconde en permettant notamment la mise en oeuvre de scénarios de référence (Léone et Vinet, 2006).

a. La vulnérabilité « physique » ou « biophysique »

La vulnérabilité physique est une mesure du degré d'endommagement d'éléments exposés à un aléa donné. Elle peut prendre la forme de simples descriptions ou de bilans quantitatifs évolués. Elle consiste généralement en une évaluation des dommages potentiels aux biens et aux personnes et de leurs répercussions sur l'environnement économique. Pratiquée depuis les années 50-60 en France, cette approche est basée sur une analyse coût/bénéfice utile pour comparer le coût d'aménagement de protection avec le coût des dommages qu'ils permettraient d'éviter. Ce genre d'analyse peut être réalisé à posteriori sur la base de retour d'expérience après un événement catastrophique, ou, à priori, par l'utilisation de fonctions de dommages permettant l'estimation de dommages potentiels sur la base d'un scénario donné. L'évaluation des dommages utilise différentes méthodes en fonction du type de dommage. Les impacts tangibles sont estimés par une approche déterministe basée sur la relation entre les paramètres physiques d'un aléa — par exemple la hauteur d'eau, la vitesse du courant, la durée de submersion, la fréquence du phénomène dans le cas de crue — et leur impact. L'évaluation des impacts intangibles utilise des approches conceptuelles de l'économie de l'environnement, la technique dite d'« évaluation contingente » pour estimer ce que les individus sont prêts à déboursier pour un bien ou un service, et celle appelée « prix hédoniste » basée sur l'hypothèse d'un lien entre le prix d'un bien et ses caractéristiques (Hubert et Ledoux, 1999).

La vulnérabilité de chaque élément exposé (vie humaine, biens privés et publics, activité industrielle, commerciale ou agricole, activité économique...) peut être évaluée sous la forme d'un taux (coefficient) d'endommagement potentiel (0-1), ou d'un taux de pertes potentielles et relatives (0-100%) s'appliquant à un stock d'éléments exposés de même nature (Léone et Vinet, 2006). Le risque est alors calculé par le produit de l'aléa, exprimé en probabilité d'occurrence, par la vulnérabilité (taux d'endommagement ou de perte).

Si les missions de retour d'expérience tendent à se généraliser depuis quelques années en France à l'initiative du Ministère de l'Écologie, du Développement et de l'Aménagement Durables (MEDAD), celles-ci ne sont pas systématiquement organisées par tous les organismes impliqués dans la gestion du risque. Les données ne sont pas facilement exploitables car hétérogènes en qualité et rarement associées à une description précise des sources et de leur validité. Dans le cas d'estimation prospective, les évaluations nécessitent l'identification d'éléments exposés dépendant de la nature de l'aléa et de ses caractéristiques. Il faut donc avoir recours à un scénario fixant la récurrence de l'aléa pris en considération. Cependant, la plupart du temps, l'objectif étant une

analyse coût/bénéfice, l'événement choisi est rarement extrême. Ce qui pose le problème de définir un risque acceptable. Une autre limite, toujours associée au choix de l'extension spatiale ou l'ampleur de l'aléa de référence, est l'émergence de la question du changement climatique. Ainsi comme le souligne Gilbert (2003), le traitement du risque repose sur « *une projection spatiale des aléa et accidents donnant figure à des ennemis potentiels [...] par rapport auxquels les lignes de défense devraient être organisées* ». Comment s'y prendre dans le cas où l'« ennemi » n'est plus identifiable ou spatialement délimitable ? Nous verrons ultérieurement que cette question de délimitation n'est pas négligeable en ce qui concerne le phénomène de crue rapide. Enfin, cette approche pose des problèmes éthiques pour évaluer financièrement les pertes intangibles notamment liées aux pertes humaines, aux dommages corporels ou aux impacts culturels ou écologiques. Ainsi, elle se limite bien souvent aux pertes tangibles et directes plus faciles à évaluer. Cette approche est pourtant largement dominante, elle constitue notamment la base de l'élaboration des Plan de Prévention des Risques (PPR) qui définissent la vulnérabilité comme « *le niveau de conséquences prévisibles d'un phénomène naturel sur les enjeux* ».

b. La vulnérabilité sociale

Selon D'Ercole (1994), la vulnérabilité sociale considère la « *propension d'une société donnée à subir des dommages en cas de manifestation d'un phénomène naturel ou anthropique* ». Wisner *et al.* (2004) propose une définition encore plus précise « *[...] the characteristics of a person or group and their situation that influence their capacity to anticipate, cope with, resist and recover from the impact of natural hazard [...] It involves a combination of factors that determine the degree to which someone's life, livelihood, property and other assets are put at risk by a discrete and identifiable event (or series of « cascade » of such events) in nature or in society* ». Cette définition est plus explicite quant à la prise en compte des situations à risque impliquant un rapport étroit au temps et à l'espace. Selon ces définitions l'évaluation de la vulnérabilité repose sur l'analyse de facteurs intrinsèques ou extrinsèques de l'élément étudié qui peuvent agir soit directement, soit indirectement (Léone et Vinet, 2006). La vulnérabilité n'est plus une somme de dommages mais un état qui est fonction de nombreux facteurs variables dans le temps et dans l'espace. Ces facteurs sont de nature multiple (Thouret et D'Ercole, 1996) :

- socio-démographiques et économiques définissant les populations les plus exposées au risque en fonction de la démographie, des modes d'occupation et d'utilisation des sols et de la cohésion des structures sociales existantes ;
- psycho-socio-culturels traduisant l'exposition de la population en fonction de la connaissance et de la perception individuelle et collective du risque ;
- techniques et fonctionnels s'intéressant à la qualité du bâti et des infrastructures ainsi qu'aux moyens de gestion des crises et plus précisément à la qualité opérationnelle des organismes de prévention et de secours ;

- institutionnels et politico-administratifs concernant l'appareil législatif et réglementaire ainsi que les mesures de gestion et prévention des risques ;
- géographiques et conjoncturels concernant tous les paramètres limitants ou déclenchants associés au lieu et au moment précis de l'impact, ainsi que tous les dysfonctionnements temporaires et imprévisibles qui peuvent advenir pendant la catastrophe.

Cette approche peut être envisagée sous un angle semi-quantitatif en intégrant à la fois les facteurs de vulnérabilité et les éléments vulnérables. Les facteurs de vulnérabilité constituent des causes de vulnérabilité qui peuvent être quantifiées au moyen d'indicateurs (démographiques, socio-économiques par exemple) ou bien appréciés de manière qualitative par le biais de diagnostics et d'enquêtes. Cette démarche permet une représentation cartographique des zones vulnérables à partir du croisement de plusieurs facteurs physiques, techniques et sociaux choisis comme indicateurs pertinents et éventuellement affectés de coefficients de pondération (Chardon, 1996 ; Cutter *et al.*, 2000 ; Montz et Evans, 2001). Comme le souligne Dauphiné (2001), « *ce type de démarche offre l'avantage d'être opératoire, mais il demeure empirique, et trop subordonné aux pondérations retenues* ». Notons que la cartographie des facteurs de vulnérabilité humaine ou sociale s'attachant aux adaptations et comportements face aux événements dommageables apparaissent être une spécialité de la géographie française poussant même Léone et Vinet (2006) à parler d' « *école française* ». Cette méthodologie utilisant le support d'enquêtes quantitatives est particulièrement utile pour définir des stratégies de prévention tenant compte de la dimension psycho-sociale des risques. Elle a été surtout employée dans les pays en développement (D'Ercole, 1991 ; D'Ercole et Rançon, 1994 ; Gaillard *et al.*, 2001).

Ces méthodes qualitatives ou semi-quantitatives s'inscrivent le plus souvent dans une démarche prospective mais aussi rétrospective dans le cadre de retours d'expériences particulièrement utiles lorsqu'on s'intéresse au fonctionnement des institutions, à la gestion de crise et aux facteurs conjoncturels et géographiques. Elles sont souvent employées de façon sectorielle se focalisant sur un ou plusieurs types de vulnérabilité, mais prenant rarement en compte l'ensemble des facteurs.

Dans le cadre de cette approche sociale de la vulnérabilité, une approche plus globale a été développée, tenant compte à la fois des facteurs directs et des causes profondes, ceci dans le but d'évaluer la vulnérabilité d'un système territorial dans son ensemble. Cette approche qualifiée de « *systémique* » s'intéresse simultanément aux dommages structureaux, socio-économiques et fonctionnels, et aux interrelations entre les différents facteurs et les enjeux afin de prévoir les réactions en chaîne qui pourraient être induites par l'impact initial d'un phénomène naturel. Cette méthode, bien que rarement mise en oeuvre, apparaît particulièrement adaptée à l'analyse de systèmes urbains complexes (Lutoff, 2000 ; D'Ercole et Metzger, 2004 ; Demoraes, 2004). Ces études peuvent être prospectives lorsqu'elles se basent sur un scénario de référence ou rétrospectives dans le cas

d'une focalisation sur la notion de chaîne de dommages (Léone et Vinet, 2006).

L'évaluation de la vulnérabilité est un processus complexe, d'une part à cause de la multiplicité des facteurs et des éléments à prendre en compte et, d'autre part, du fait de sa variabilité dans le temps et dans l'espace. En effet, il paraît évident qu'à long terme des facteurs de vulnérabilité tels que la perception du risque, la démographie ou le contexte politique évoluent. La définition de Wisner *et al.* (2004) proposée plus haut, met en avant les temporalités de la vulnérabilité en distinguant différentes phases de la catastrophe, le temps de l'anticipation, celui de la crise et enfin celui de la reconstruction, pendant lesquelles la fragilité des individus et des groupes peut s'exprimer différemment. Ce facteur temps peut être pris en compte dans l'analyse des vulnérabilités en affectant des coefficients pondérateurs traduisant l'importance des enjeux selon les phases de la catastrophe (Lutoff, 2000). Comme le souligne Tierney (1999), la variation de vulnérabilité dans le temps dépend à la fois de la dynamique de l'aléa naturel, des enjeux et de leur vulnérabilité. Or cet aspect de la vulnérabilité, rarement pris en compte par la recherche sur le risque, nécessite le recours à un modèle basé sur les flux (Hufschmidt *et al.*, 2005 ; Cutter, 2003b). À notre connaissance, Provitolo (2002) a été la première à expérimenter un modèle de vulnérabilité dynamique dans le temps de la crise. Ce modèle, dédié au risque d'inondation en milieu urbain, considère la population comme un enjeu majeur dynamique alors que les facteurs de vulnérabilité sont considérés comme statiques. Les facteurs de vulnérabilité pris en considération sont la qualité de la prévision et de l'alerte, la perception du risque par la population, la qualité des comportements individuels, la qualité de la réponse institutionnelle (secours) et la capacité physique de la population à résister à l'événement. Ce modèle représentant le sous-système figurant la vulnérabilité sociale est couplé à trois autres modèles de sous-systèmes représentant la crue urbaine, le trafic urbain, et le mouvement de panique associé à une crue méditerranéenne. En ce qui concerne notre problématique de la vulnérabilité aux crues rapides, cet exemple est particulièrement intéressant car il permet d'envisager les principaux paramètres influençant le comportement d'un système territorial face aux crues rapides, même s'il reste critiquable notamment en ce qui concerne l'hypothèse de mouvement de panique retenue¹. Il a aussi l'avantage de la transdisciplinarité ce qui a cependant comme conséquence de le rendre beaucoup moins précis qu'un modèle propre à un domaine de recherche. Ainsi, il n'autorise pas l'implémentation de données issues d'enquêtes sociales et ignore en partie les caractéristiques de l'espace ce qui est, dans le cas des crues rapides, une limite notable.

Au regard de ces différentes approches du risque et de la vulnérabilité, il s'agit maintenant de nous intéresser aux problèmes que soulèvent les crues rapides afin d'envisager la manière la plus appropriée d'appréhender la vulnérabilité qui leur est associée.

1. Ce mythe a précisément été démenti par Quarantelli (1989)

1.3 La problématique des crues rapides et « éclair »

Le phénomène de crue rapide même s'il n'est pas le plus répandu dans le monde est l'un de ceux qui posent le plus de problèmes en termes de mortalité et de prévention notamment dans les pays industrialisés. Actuellement, les nouvelles technologies et l'observation en temps réel sont à l'origine de progrès remarquables dans la détection de ces phénomènes. Les échéances des prévisions météorologiques et hydrologiques augmentent, de même que leur précision, alors que les incertitudes associées diminuent (Montz et Grunfest, 2002 ; Anquetin *et al.*, 2004). Malgré ces avancées technologiques, les crues rapides restent des événements catastrophiques très meurtriers. Dans les pays du pourtour de la Méditerranée, les crues rapides sont à l'origine des catastrophes naturelles les plus coûteuses en vies humaines. Ainsi, 10 000 décès ont été recensés au XX^{ème} siècle dans 10 pays méditerranéens (Glass, 2004). Aux États Unis, les crues et en particulier les crues rapides constituent le seul aléa atmosphérique dont le taux de mortalité ne décroît pas (White et Haas, 1975 ; Coates, 1999). Les caractéristiques physiques spécifiques de ces événements constituent un véritable challenge en termes de prévention et de mise sécurité des populations. Ce sont ces caractéristiques que nous proposons de détailler avant d'envisager leurs implications en matière de vulnérabilité et de prévention.

1.3.1 Que désigne-t-on par les termes crues « rapides » ou « éclair » ?

Il n'existe pas de définition précise des crues rapides, ni de « *nombre magique* » en termes de hauteur d'eau dans les rivières ou de cumul de pluie qui puissent servir de valeurs « seuil » pour définir ces phénomènes (Handmer *et al.*, 2001). Cependant, une revue de la littérature permet de nous éclairer sur les particularités des crues rapides et des ordres de grandeur associés.

Comme pour toutes les crues, les facteurs à l'origine des crues rapides sont essentiellement météorologiques (convergence des basses couches de l'atmosphère, état hydrique poche de la saturation, renforcement orographique, instabilité de l'atmosphère et processus de convection) et hydrologiques (saturation du sol, concentration des écoulements). La spécificité des facteurs de crues rapides réside plutôt dans les échelles spatiales et temporelles et la gamme d'intensités mobilisées. Ainsi dans le cas des crues rapides, les processus hydrologiques se produisent aux mêmes échelles spatiales et temporelles que les précipitations intenses qui les génèrent (Kelsch *et al.*, 2001 ; Anquetin *et al.*, 2004). Du point de vue météorologique, les crues rapides sont déclenchées par des cumuls de pluie extrêmement variables allant de moins de 50 mm à plus de 400 mm. Ainsi Kelsch *et al.* (2001) souligne que l'intensité horaire apparaît comme un indicateur beaucoup plus pertinent pour détecter les conditions propices aux crues rapides. Le chiffre de 200 mm en moins de six heures est évoqué pour des bassins versants ayant une surface comprise entre 25 à 2 500 km² (Anquetin *et al.*, 2004). Cependant, en contexte urbain, sur des surfaces

imperméabilisées beaucoup plus réduites allant de 1 à 100 km², des accumulations de 50 mm de pluie en moins d'une heure sont suffisantes pour produire des crues rapides, dans ce cas souvent qualifiées de crues « éclair » □ n conséquence de ces intensités de pluies élevées et des petites surfaces sur lesquelles elles s'abattent, la concentration des écoulements et la hausse du niveau de la rivière arrivent généralement de manière soudaine et avec des vitesses de propagation très fortes de l'ordre de plusieurs mètres par seconde. L'intense érosion qui en découle contribue à favoriser les transports solides par les cours d'eau en crue.

Ces caractéristiques ont plusieurs conséquences en termes d'impacts. Du point de vue de la prévision, la conséquence de l'évolution rapide des systèmes précipitants sur des bassins rapides au fonctionnement hydrologique complexe font des crues rapides un phénomène qui reste particulièrement compliqué à prévoir, de façon précise, dans l'espace et dans le temps. Du fait des échelles spatiales et temporelles impliquées, le temps nécessaire pour alerter et susciter une réponse appropriée de la part du public est généralement beaucoup plus long que le laps de temps séparant le début de la pluie de l'occurrence des crues résultantes (Kelsch *et al.*, 2001). Ainsi celles-ci sont-elles souvent accompagnées d'un effet de surprise renforcé par la soudaineté de l'élévation du niveau des rivières. Les expressions de « mur d'eau » ou de « vague » souvent employées par les témoins de ces événements illustrent bien leur caractère impressionnant. De plus, elles peuvent survenir dans des endroits inattendus comme des talwegs qui sont à sec la plus grande partie de l'année. Toujours en relation avec l'échelle spatiale réduite, ces événements sont généralement de courte durée, à peine laissent-ils le temps aux secours de se rendre sur les lieux (Gruntfest et Handmer, 2001). Ainsi toutes ces spécificités des crues rapides concourent à rendre ce phénomène particulièrement dangereux pour la vie humaine et surtout difficile à prévenir. Finalement, au regard de ces observations, nous pouvons adopter la définition synthétique des crues rapides qui nous est fournie par Jonkman (2003, 2005) « *Flash floods : These occur after local rainfall with a high intensity, which leads to a quick raise of water levels causing a threat to lives of the inhabitants. The time available to predict flash floods in advance is limited. Severe rainfall on the flood location may be used as indicator for this type of flood. Generally occurs in mountainous areas.* »

Dès lors que les caractéristiques physiques du phénomène sont mieux cernées, nous pouvons maintenant nous interroger sur ces conséquences et en particulier sur la vulnérabilité humaine que ces phénomènes génèrent et les enjeux de prévention qu'ils suscitent.

1.3.2 Un enjeu en termes de vies humaines

Comme nous l'avons déjà souligné, les crues rapides, bien qu'affectant souvent des surfaces réduites, sont associées à une forte potentialité de décès. Ainsi, Jonkman (2005), sur la base de

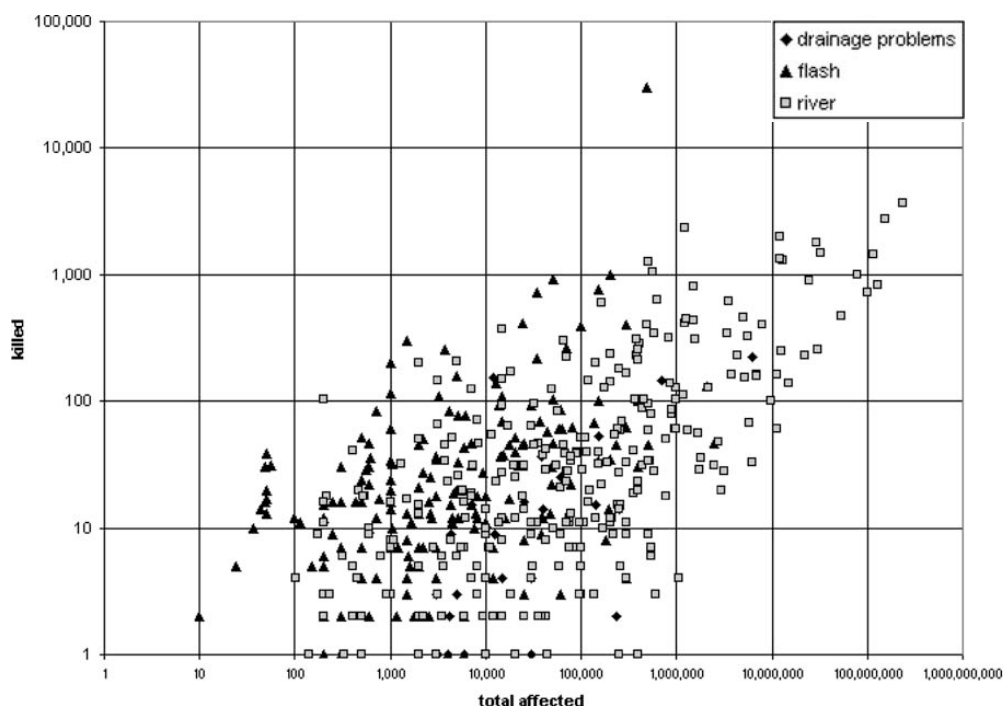


FIGURE 1.1 – Nombre de décès et de personnes affectées pour différents types d'inondations ayant causées au moins un décès. Source : Jonkman, 2005.

1 883 crues recensées dans la base de données EM-DAT², entre janvier 1975 et juin 2002, et des 176 684 morts qui leur sont attribués, a démontré qu'elles affectent en général relativement peu de personnes mais causent un grand nombre de décès (figure 1.1). Alors que le taux de mortalité³ pour les inondations de plaine s'élève à 0,49 %, celui des crues rapides atteint 3,62 %. À titre de comparaison, les séismes affichent un taux de 3,1 %. La comparaison des données par continent, révèle que l'Europe détient le taux de décès dû aux inondations le plus élevé au monde (2 % contre 1,14 % en moyenne) bien que le nombre de personnes tuées et affectées soit faible en comparaison des autres pays. Ces résultats reflètent surtout la prédominance de la mortalité liée aux crues rapides en Europe (figure 1.2). La figure 1.2 représente les taux de mortalité par continent⁴ et par type d'inondation. Ainsi, relativement aux crues rapides, l'Europe affiche le taux de mortalité le plus important à l'échelle mondiale (5,6 %).

Ces résultats suscitent plusieurs réflexions. La première souligne l'importance des caractéristiques des crues en matière de vulnérabilité humaine. Ainsi, l'enjeu majeur des crues rapides est bien l'enjeu humain et c'est donc en ce sens qu'il est utile et urgent d'agir surtout si l'on considère le fort taux de mortalité associé à ce phénomène en Europe. La seconde concerne la variation

2. EM-DAT : The OFDA/CRED International Disaster Database, de l'Université catholique de Louvain, Brussels, Belgium, Source : www.em-dat.net

3. Taux de mortalité = nombre de morts/nombre de personnes affectées par la crue.

4. Sur la base plus réduite de 719 événements ayant causés la mort de 88 000 personnes (base de données EM-DAT).

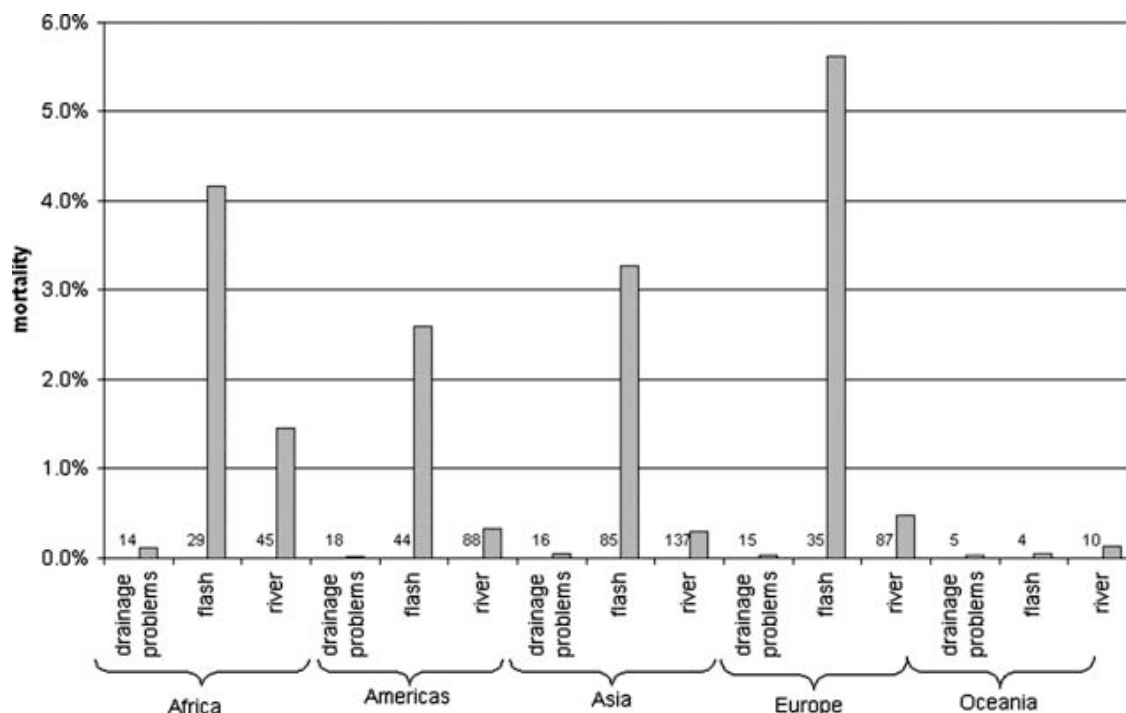


FIGURE 1.2 – Taux de mortalité moyens par événement par continent et type d’inondation. Les chiffres indiquent le nombre d’événements pris en compte. Source : Jonkman, 2005.

des taux de mortalité en fonction des continents. Ainsi, même si ces données sont trop imprécises pour tirer des conclusions sur le niveau de vulnérabilité révélé par le taux de mortalité, il est intéressant de noter qu’un continent comme l’Europe, caractérisé par un haut niveau de développement et une forte implication des politiques publiques en matière de prévention des risques, reste relativement impuissant face au problème de mortalité associée aux crues rapides. Cette dernière remarque suscite des interrogations quant à la façon de gérer le problème de vulnérabilité humaine révélé par les phénomènes de crues rapides.

Au regard de ce fort taux de mortalité il s’agit maintenant d’examiner les circonstances des décès afin d’en dégager les critères qui seront les plus pertinents à prendre en compte en vue d’analyser la vulnérabilité des populations du Gard aux crues rapides.

De nombreux auteurs, notamment aux États Unis, en Europe et en Australie, se sont attachés à identifier les circonstances des décès dans les événements impliquant des crues rapides (French *et al.*, 1983 ; Mooney, 1983 ; Duclos *et al.*, 1991 ; Staes *et al.*, 1994 ; Coates, 1999 ; Hammer et Schmidlin, 2001 ; Antoine *et al.*, 2001 ; Lescure, 2004 ; Jonkman et Kelman, 2005). Il ressort de ces études une prédominance des décès survenant à l’occasion de trajets motorisés ou pédestres. Les décès impliquant des automobilistes représentent entre 40 et 50 % des cas, en moyenne. Ce pourcentage est généralement plus fort aux États Unis qu’en Europe. Dans l’état du Texas, qui totalise le plus de victimes par crues rapides, une étude portant sur les décès survenus entre 1973

et 2000 indique un chiffre de 76 %⁵ de décès associés à l'utilisation d'un véhicule. Les accidents fatals subis par les piétons comptent ensuite pour 20 à 30 % des cas. Les décès à l'intérieur d'un bâtiment apparaissent seulement en troisième position et représentent seulement 10 à 20 % des accidents (Lescure, 2004 ; Jonkman et Kelman, 2005). Viennent ensuite les décès non directement imputables à la crue, tels que les crises cardiaques, l'électrocution, l'incendie...

Si l'on s'intéresse plus précisément au profil des victimes, il semble que le sexe et l'âge apparaissent, dans certaines études, comme des facteurs de risque supplémentaire (Mooney, 1983 ; Coates, 1999 ; Jonkman et Kelman, 2005), les plus jeunes et les plus âgés apparaissant comme des victimes plus fréquentes. Les jeunes (< 25 ans) sont généralement plus concernés par les décès associés aux déplacements, et notamment à l'utilisation de véhicule (cette tendance étant plus nette aux États Unis), alors que la tranche d'âge supérieure (> 60 ans) est plutôt affectée à l'intérieur de bâtiments, surtout en Europe. En ce qui concerne le sexe, les hommes semblent payer un plus lourd tribut que les femmes⁶. Ils constituent en moyenne 70 % de l'effectif des victimes. Ce fort taux de mortalité au sein de la gent masculine est souvent associé à des circonstances de décès « actives » et non « passives » (Coates, 1999) ; c'est-à-dire que plutôt que d'être juste au mauvais endroit ou d'essayer de se mettre en sécurité, ils sont généralement frappés alors qu'ils cherchent expressément à poursuivre l'activité qu'ils ont entreprise. Ainsi, ils apparaissent plus souvent impliqués dans les décès liés à l'utilisation d'un véhicule pendant la crue. Au delà de ces catégories démographiques, plusieurs auteurs soulignent aussi la vulnérabilité des campeurs et touristes (Gruntfest, 1987 ; Handmer, 2002) et des sauveteurs dans le cadre de leur fonction (Coates, 1999 ; Jonkman et Kelman, 2005).

Enfin, pour conclure, une majorité d'auteurs indiquent que la plupart des décès sont liés à une prise de risque inutile (Gruntfest, 1997 ; Coates, 1999 ; Jonkman et Kelman, 2005). Ces auteurs rapportent notamment des cas de contournement de barrières routières, de traversée de section de routes inondées, de passage sur des ponts enjambant les rivières en crue, de tentatives de sauvetage de biens ou d'animaux victimes de la crue et enfin de cas de « tourisme » inspiré par l'événement catastrophique pouvant rassembler une foule de curieux sur les berges des rivières en crue⁷.

À l'issue de cet inventaire des circonstances des décès et des profils les plus classiques des victimes des crues rapides, il semble que la prépondérance des victimes parmi les personnes en déplacement au moment de la crue constitue un enjeu majeur en termes de prévention des risques associés aux crues rapides. Ainsi, contrairement aux crues de plaines, les personnes résidant ou travaillant en zones inondables ne sont pas les seules personnes exposées. Les personnes en dé-

5. <http://www.floodsafety.com/national/life/statistics.htm> consulté le 6/07/07

6. Ceci n'est pas vérifié dans toutes les études, Staes *et al.* (1994) font la constatation inverse.

7. Des exemples de ces situations peuvent être facilement visualisés grâce aux extraits de films déposés par des vidéo-amateurs sur le site Youtube http://fr.youtube.com/results?search_query=flash+flood&search=

placement dont l'habitation peut se trouver totalement à l'abri des crues sont elles aussi menacées. Non seulement elles s'exposent en se déplaçant mais il semble qu'elles soient aussi plus vulnérables dans ces conditions puisque ce sont les premières victimes des crues rapides. D'où vient cette vulnérabilité ? La complexité du phénomène hydro-météorologique est-elle à l'origine d'un défaut de perception du danger qu'il génère ? La complexité du problème ne vient-il pas du croisement entre la dynamique spatio-temporelle de l'aléa et l'exposition, associée aux pratiques de mobilité, elles aussi variables dans l'espace et dans le temps ? Ces questions sont primordiales au regard des spécificités du phénomène de crues rapides et de ces impacts en termes de vulnérabilité. Selon Montz et Grunfest (2002) les crues rapides sont surtout l'objet d'étude sur le plan physique (aléa) ; or il est maintenant nécessaire de reconnaître l'importance et la nécessité des recherches sur le volet social de ce risque dans un objectif de réduction des pertes humaines. Les auteurs soulignent notamment le besoin d'augmenter nos connaissances concernant les comportements « *it is absolutely imperative to direct efforts toward defining vulnerability and understanding the social, political, economic and perceptual factors that are at work* ». C'est l'objectif que nous nous sommes fixé dans le cadre de cette et dont nous proposons de détaillé les modalités de mise en oeuvre maintenant.

1.4 Une approche intégrée

Comme nous l'avons évoqué précédemment, la vulnérabilité peut être étudiée de différentes manières, il convient donc de choisir la méthode qui est la plus appropriée à nos objectifs de recherche. Dans le cas des crues rapides affectant le Gard, l'enjeu humain reste primordial et le problème des mobilités en temps de crise est loin d'être négligeable. Ainsi, lors de la crue de 1958 déjà, 18 des 35 personnes décédées avaient péri après avoir été surprises par les eaux dans leur véhicule (Antoine *et al.*, 2001). En 2002 encore, il s'en est fallu de peu pour que les passagers des 300 véhicules coincés par la crue sur la RN106 ne viennent alourdir un bilan fort de 5 automobilistes et 3 piétons. Comme de nombreuses études l'ont souligné, des comportements inadaptés aux circonstances sont souvent à l'origine des décès. Ainsi, l'une des premières questions qui se posent est de savoir comment prévenir ces comportements dangereux.

Dans cet objectif, il semble nécessaire d'améliorer notre compréhension des comportements lors d'événements impliquant des crues rapides, notamment en s'intéressant aux processus de décision individuelle en situation d'urgence. La méthode développée dans le cadre de cette thèse s'attache en particulier à identifier les facteurs qui conduisent les individus à adopter des pratiques spatiales inappropriées face à l'imminence d'un événement hydro-météorologique potentiellement dangereux. L'angle d'approche ainsi proposé place ces travaux dans le champ d'étude de la vulnérabilité sociale, selon la définition qu'en donnent D'Ercole (1994) et Wisner *et al.* (2004),

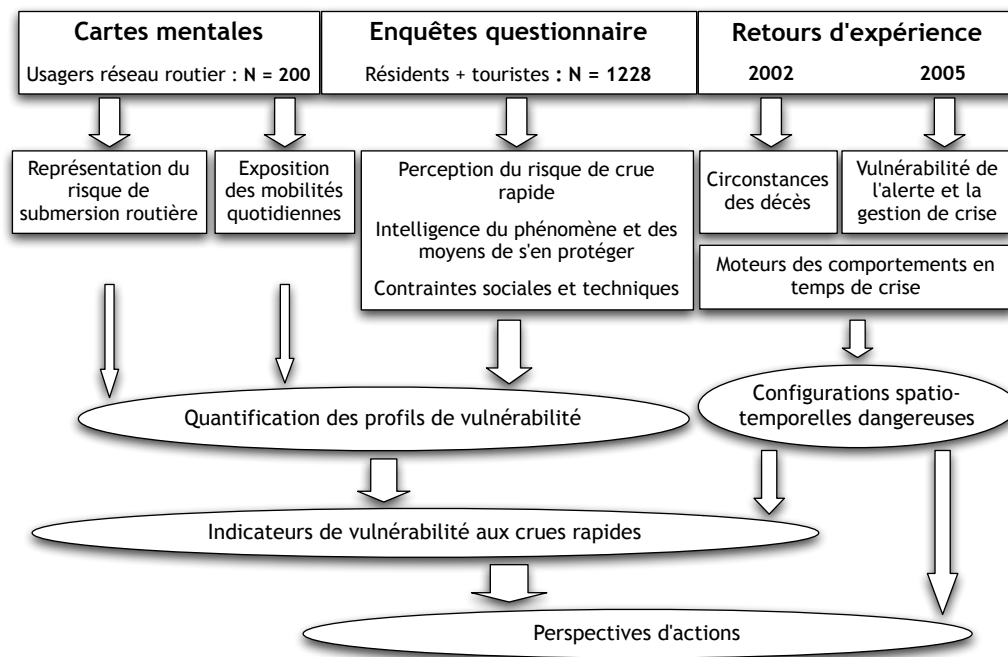


FIGURE 1.3 – Méthodes et objectifs généraux de la recherche

appliquée à l'analyse des facteurs influençant les comportements individuels pendant la période d'alerte et de crise.

Deux hypothèses principales servent de support à notre analyse. La première consiste à envisager l'inadaptation des pratiques spatiales aux circonstances comme la conséquence d'une réticence à quitter un mode de fonctionnement « quotidien » au profit d'un mode de fonctionnement « de crise ». La seconde considère l'inadéquation des représentations spatio-temporelles du phénomène de crues rapides comme seconde source des pratiques « à risque » lors de crises hydro-météorologiques. Dans cet objectif, nous proposons d'utiliser deux approches, l'une plutôt qualitative et rétrospective et l'autre quantitative⁸ et prospective. La première approche découle des analyses en retour d'expérience à la suite d'événements extrêmes, alors que la seconde se fonde sur l'étude des facteurs de vulnérabilité pour permettre d'envisager des moyens de prévention adaptés aux types de vulnérabilité décelés. Notre analyse, synthétisée par la figure 1.3, se veut une synthèse de ces approches. Cette figure présente, du haut vers le bas, les outils méthodologiques permettant le recueil de données, associées à leurs objets d'étude puis, dans la moitié inférieure, aux objectifs généraux de cette recherche. Dans le cadre de cette section, nous proposons donc d'explicitier ces différents outils méthodologiques, néanmoins les détails des méthodes de collecte de données seront abordés ultérieurement, dans chacun des chapitres en proposant l'exploitation.

8. Selon la classification que proposent Léone et Vinet (2006), « l'approche qualitative repose sur une simple analyse des facteurs et conditions de vulnérabilité. L'approche quantitative implique un traitement statistique des éléments vulnérables sur la base de critères de vulnérabilité qualitatifs (qualité de la perception de la menace par ex.) éventuellement pondérés, ou quantitatifs (âge par ex.) ».

1.4.1 Analyse qualitative rétrospective des facteurs de vulnérabilité en temps de crise

L'utilisation d'analyses en retour d'événements passés répond à deux objectifs. D'une part l'identification de configurations spatio-temporelles les plus dangereuses pour les personnes en déplacement en période de crise ; d'autre part, le recensement des moteurs principaux des comportements face à l'imminence d'une crue rapide. Dans ce but, nous avons basé notre analyse sur deux événements hydro-météorologiques majeurs qui se sont produits dans le Gard récemment. En premier lieu nous nous sommes intéressés à la crue dramatique de septembre 2002 qui a fait 23 morts dans le département. Notre seconde source d'information vient d'observations en temps-réel que nous avons eu la chance de conduire à l'occasion des dernières crues survenues en septembre 2005.

a. Retour d'expérience de la crue de septembre 2002

Suite à la catastrophe de 2002, nous avons entrepris deux types d'analyses qualitatives. La première, sur la base de faits rapportés par plusieurs services ayant participé à la gestion de crise, vise à reconstituer les circonstances des décès lors de cet événement. La seconde, utilisant le discours de sinistrés interrogés au printemps 2003, cherche à analyser les pratiques spatiales des habitants pendant la période de crise. Ces différentes analyses ont fait l'objet des résultats présentés au chapitre 5.

Les circonstances des décès

L'analyse des circonstances des décès nous est particulièrement utile pour comprendre les configurations spatio-temporelles qui sont les plus favorables à l'occurrence d'accidents. Pour cela nous avons cherché à recueillir des informations telles que l'heure et le lieu précis du décès et éventuellement l'activité de la personne au moment de son accident. Ces informations sont difficiles à obtenir car pour l'instant aucune procédure précise de recueil de ces données n'existe. Les maigres informations disponibles sont issues du dépouillement des articles parus dans les médias, des notes de synthèse et des « mains courantes » consignées par les services chargés de gérer la crise et parfois des informations fournies par les certificats de décès et complétées par des précisions qualitatives fournies par les services de la DDE du Gard. Or, dans l'urgence qui caractérise ce genre d'événement, l'information recueillie est souvent partielle et imprécise et donc difficilement exploitable. La constitution d'une banque de données suffisamment complète pour la mise en oeuvre d'une véritable analyse de vulnérabilité est un projet d'observation à long terme, dont la méthodologie reste à développer. Ainsi, si notre analyse ne peut guère s'appuyer sur ce type d'approche, elle propose néanmoins de s'inspirer des données existantes et de jeter les bases

d'un tel projet d'observation. Les données recueillies ont été analysées de manière à positionner dans l'espace et dans le temps les accidents afin d'une part, d'en déduire les conditions hydro-météorologiques locales qui en sont à l'origine et d'autre part, de les mettre en regard des horaires de diffusion de l'alerte.

Les récits de la catastrophe

L'analyse du comportement des victimes de crue rapide pendant la crise est une première étape vers la caractérisation de la vulnérabilité des populations confrontées à ce type d'aléa soudain et violent. Ainsi, lors d'une étude préliminaire, nous avons procédé au printemps 2003, c'est-à-dire huit mois après l'événement des 8-9 septembre 2002, à 30 entretiens semi-directifs auprès d'habitants de trois communes sinistrées du Gard. Ces témoignages nous permettent de disposer d'informations qualitatives concernant les comportements réels, pendant l'alerte et la crise. Les déplacements en période de crue constituant une source majeure de danger, la connaissance de la nature de ces déplacements doit permettre d'aborder un des aspects de la vulnérabilité liée aux crues rapides. En faisant l'hypothèse que les comportements en période de crise reposent sur des pratiques spatiales quotidiennes, nous nous sommes attachés à analyser les témoignages de manière à reconstituer la plupart des actions entreprises au fil des heures de crise par chacune des personnes interrogées, et de cerner, dans la mesure du possible, les raisons qui ont été à l'origine de ces actions. Nous en avons tiré des profils de comportements face à une crue rapide. Compte tenu de la taille de l'échantillon, ces conclusions ne sont en aucun cas généralisables ; cependant elles paraissent constituer une excellente base de travail pour la mise en oeuvre d'une enquête par questionnaire auprès d'un échantillon élargi.

b. Le recueil de données lors de la crue de septembre 2005

Lors de cet événement, nous nous sommes intéressés en particulier au mode de fonctionnement des acteurs impliqués dans la gestion des déplacements en période de crue. Cet intérêt pour les modes de gestion de crise vise deux objectifs : (i) envisager cette gestion comme l'un des facteurs potentiels de la vulnérabilité des comportements individuels en temps de crise, (ii) comprendre le fonctionnement de crise à différentes échelles (départementale et locale) afin de voir de quelle manière celui-ci pourrait être optimisé ou facilité par une meilleure connaissance de la vulnérabilité des populations. Dans ce but, nous avons utilisé différentes techniques d'enquête, telles que l'observation en situation de crise, les entretiens semi-directifs avec les acteurs et la participation à une réunion de « retour d'expérience » de la crue de septembre 2005 organisée par les gestionnaires d'un collège. Les résultats de ces analyses ont été intégrés au chapitre 7.

Observation in situ en cellules de crise

Il faut préciser ici que la planification de l'observation d'une situation de crise liée à une crue rapide n'est pas très facile lorsqu'on réside à 300 km des potentielles scènes de crise. En effet, comme une crue rapide n'est prévisible que peu de temps en avance, et qu'en plus la tournure des événements peut évoluer très rapidement, il est difficile de prévoir d'être au bon endroit au bon moment pour observer la situation sans en subir les conséquences désagréables. Par « chance », du 5 au 9 septembre 2005, alors que nous avions prévu une semaine d'entretiens avec des acteurs de terrain dans le Gard, nous nous sommes retrouvés dès le mardi aux avant postes de la crise, en observation depuis trois types de services différents :

- le Service d'Annonce des Crues (SAC) dans les locaux de la DDE du Gard ;
- la cellule de crise de la préfecture du Gard ;
- le bureau du coordinateur des transports en commun (et scolaire) de la communauté d'agglomération d'Alès.

Ainsi, le lundi 5 au matin, Météo France place le Gard en vigilance orange pour cause de fortes précipitations. Le mardi 6 au matin, alors que nous avons rendez-vous avec le responsable du Service d'Annonce des Crues, nous le retrouvons au centre opérationnel du SAC après une nuit blanche passée à la surveillance des cours d'eau du département. Alors que le responsable va se reposer (avant une possible aggravation de la situation), son adjoint nous explique le fonctionnement du service et nous initie aux outils à leur disposition pour prévoir la montée des cours d'eau et communiquer en temps réel l'information aux acteurs de la gestion de crise. Nous assistons au cours de la matinée à la montée en puissance de l'événement météo alors que la tension grandit dans la pièce. En fin de matinée, après l'annonce par Météo France d'un passage imminent en vigilance rouge vers 11 h, la situation devenant délicate, nous quittons les lieux pour tenter de changer de poste d'observation.

La deuxième situation de gestion de crise a été observée au Centre Opérationnel de Défense (COD) situé dans les locaux de la préfecture du département. En début d'après-midi mardi, nous avons été autorisés par le responsable du Service Interministériel de Défense et de Protection Civile (SIDPC) à observer les événements au sein de la cellule de crise dirigée par le Préfet du Gard. Nous avons ainsi assisté à toute la première phase de l'événement hydro-météorologique (vigilance rouge) qui a duré du mardi midi au mercredi en début de matinée. Cette expérience a permis notamment de mieux comprendre dans quelles conditions sont prises les décisions, quelles informations sont à l'origine de celles-ci, ou comment peut être perçu l'événement depuis ce lieu sans fenêtre.

Enfin, notre dernière expérience a lieu le jeudi 8 en fin d'après-midi alors qu'une seconde phase pluvieuse de moindre importance (vigilance orange) produit des ruissellements et des inondations dans le secteur d'Alès et de Nîmes en particulier. Cette fois, nous assistons, en temps réel,

durant près de 2 h, à la gestion des perturbations des transports scolaires dans les bureaux du coordinateur transport de la communauté d'agglomération d'Alès. L'intérêt de la situation d'observation est double. D'une part, elle permet de comprendre les difficultés de communication entre la cellule de crise de Nîmes et les différents interlocuteurs en charge de faire exécuter les décisions à l'autre bout du département. D'autre part, cette deuxième phase critique ayant été moins bien anticipée que la précédente, nous avons pu constater à quel point ce manque d'anticipation est à l'origine de perturbation et de stress pour les gestionnaires des transports scolaires.

Entretiens auprès des acteurs de la crise et des transports scolaires

Afin d'approfondir nos connaissances des différents services impliqués dans la gestion de crise liée aux transports, nous avons par ailleurs procédé à plusieurs entretiens semi-directifs avec les acteurs suivants :

- les coordinateurs des transport des Communautés d'agglomération de Nîmes et Alès,
- le responsable du Service Interministériel de Défense et de Protection Civile (SIDPC) du Gard,
- le Secrétaire général de l'Inspection d'académie délégué à la cellule de crise,
- le service de Gendarmerie responsable de la centralisation des informations en période de crise,
- différents services de la Direction Départementale de l'Equipement du Gard (DDE) : service de gestion de la route, subdivision de Nîmes, service d'aménagement des Cévennes,
- la responsable du service transport scolaire du Conseil général,
- la responsable du Syndicat des transports de voyageurs.

Ces entretiens ont notamment permis de recueillir des informations sur le rôle et le fonctionnement de ces services en matière de prévention et de gestion de crise. Par ailleurs, la problématique des crues rapides étant fondamentalement liée aux dimensions spatio-temporelles, l'un des objectifs de ces entretiens consistait à comprendre comment celles-ci étaient perçues et prises en compte par les différents acteurs.

Retour d'expérience de la gestion de crise au collège d'Aigues-Mortes

Suite aux dysfonctionnements recensés par la Principale du collège d'Aigues-Mortes au sein de son établissement lors de la crue de septembre 2005, celle-ci a provoqué en janvier dernier une réunion de tous les acteurs concernés par la gestion de crise au niveau scolaire. L'objectif visait à clarifier les responsabilités et attentes de chacun en cas de situation d'évacuation ou de confinement au sein de l'établissement. Cette réunion, à laquelle nous avons été conviés, a été particulièrement riche d'enseignements par son caractère innovant. En effet, il est rare de réunir des acteurs aux rôles et responsabilités si diverses : responsables du collège, de l'inspection d'académie, du SIDPC (préfecture), du Conseil général ou maires, de même que des représentants des

parents d'élèves, des enseignants, des correspondants de la presse locale (radio, journaux) ou des techniciens de collectivités territoriales chargés des risques majeurs. Ensuite, il s'agissait bien ici d'avoir une discussion ouverte non seulement dans un but informatif (besoin de la version officielle) mais aussi opérationnel afin de prendre en compte le point de vue de chacun dans l'objectif d'un consensus autour d'un mode opératoire.

En complément de ces méthodes qualitatives rétrospectives, le plus gros travail de collecte de données a fait appel à la mise en oeuvre de trois campagnes d'enquêtes par questionnaires, associées au procédé des cartes mentales pour l'une d'elles.

1.4.2 Analyse quantitative prospective de la vulnérabilité des comportements dans le Gard

Sur la base de nos analyses en retour d'expérience complétées des enseignements tirés de nombreux travaux en sciences sociales concernant les réactions individuelles face à l'imminence d'une crise (Burton *et al.*, 1978 ; Drabek, 2000 ; Perry, 1994 ; D'Ercole, 1991), nous avons choisi une approche par questionnaires pour identifier des indicateurs de vulnérabilité et tenter de quantifier les populations concernées dans le Gard. Nous avons volontairement adopté une méthodologie à la fois compréhensive et quantitative dans un objectif de prévention ciblant la préparation des populations. En effet, la réalisation d'une typologie des populations selon leur mode de vulnérabilité devrait nous permettre de proposer des pistes d'action adaptées en fonction des caractéristiques de vulnérabilité mises à jour. La collecte des données visant l'évaluation des vulnérabilités a nécessité la mise en oeuvre de trois campagnes d'enquête entre septembre 2004 et février 2006 auprès des populations du Gard.

Notre objectif n'est pas de détailler ici la méthodologie utilisée pour la réalisation de ces enquêtes mais bien de donner un aperçu des différentes techniques employées. En effet, en ce qui concerne ces enquêtes, qui constituent le coeur de notre analyse, nous aborderons les hypothèses qui ont servi de base à leur élaboration ainsi que leurs modes d'échantillonnage et de traitement dans le cadre des parties II et III de ce mémoire.

a. Les enquêtes par questionnaires

Tenant compte de la vocation touristique du département, des enquêtes par questionnaires ont été réalisées auprès de 268 personnes en visite dans le département ainsi que 960 résidents du Gard. Cette approche vise à prévoir la capacité de réponse des individus à une menace imminente à partir de la mesure de trois facteurs identifiés comme les éléments moteurs des processus dé-

cisionnels en situation d'urgence. Selon Thouret et D'Ercole (1996), ces processus sont de trois types :

- la perception du risque et l'évaluation du risque personnel,
- la connaissance des moyens de protection,
- les facteurs contraignants d'ordre social et technique.

Étant donnée la complexité qui caractérise les phénomènes de crues rapides, plutôt que d'évaluer directement la connaissance des moyens de protection, nous avons proposé des questions sur la base de mises en situation afin d'évaluer l'adaptation des réponses aux caractéristiques spécifiques des crues rapides. Nous avons par ailleurs complété nos questionnaires en nous intéressant aux modes d'information préventives et de crise, afin d'une part d'envisager la façon dont ils sont perçus par le public et d'autre part, de recueillir les attentes et besoins exprimés par les personnes interrogées dans ce domaine.

Ces enquêtes par questionnaires doivent nous permettre d'évaluer, sur la base d'échantillons représentatifs, la proportion d'individus susceptibles d'être plus ou moins concernés par un ou plusieurs de ces facteurs de vulnérabilité puis de voir si ceux-ci sont caractéristiques de profils socio-démographiques et/ou spatiaux. Ces analyses font appel à des traitements statistiques bivariés et multivariés lourds associés à la mise en oeuvre de la méthode de Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) pour réaliser des typologies.

La description précise de notre méthode de recueil de données et de la représentativité des échantillons fait l'objet du chapitre 3. Les résultats issus du traitement de ces enquêtes sont répartis dans deux chapitres différents. Les questions ayant trait aux représentations alimentent la première partie de notre analyse qui figurent au chapitre 4. Les questions portant sur la connaissance des moyens de protection et l'identification des facteurs contraignants en temps de crise, abordées dans la rubrique « comportement en cas d'alerte et de crise » des questionnaires (cf. annexes), sont traitées au chapitre 6.

b. L'enquête par carte mentale

Enfin pour compléter notre analyse, nous avons utilisé la technique d'enquête par cartes mentales dans le but spécifique de traiter du problème des déplacements en temps de crise. Reposant sur l'hypothèse d'une forte corrélation entre mobilités quotidiennes et mobilités en temps de crise, cette enquête vise un double objectif. Le premier consiste à réaliser une étude qualitative des mobilités quotidiennes et de leur niveau d'exposition dans le secteur de la RN106, fréquemment sujet aux coupures liées à la submersion du réseau routier. Le second s'attache à analyser les représentations du risque de coupures du réseau routier par ses usagers. En effet, à l'instar des fac-

teurs de vulnérabilité listés précédemment, il semble important de s'intéresser aux représentations du risque de coupure liée à l'occurrence d'événements hydro-météorologiques et à la perception du danger que ces déplacements représentent. Il nous semble que ces représentations peuvent influencer les décisions en matière de déplacement lorsqu'une alerte est déclenchée. Ainsi, nous pouvons estimer que ces représentations sont susceptibles d'intervenir non seulement dans le choix de se déplacer mais aussi dans celui des modalités de ce déplacement et d'adaptation de l'itinéraire.

Nous avons réalisé cette enquête par cartes mentales au printemps 2006 auprès de 200 usagers du réseau routier situé entre Nîmes et Alès. Cet outil d'analyse a nécessité des modes de traitements variés, combinant l'utilisation d'un SIG à celle d'outils de traitement statistique multivarié. La description de notre méthode de collecte et de traitement des données fait l'objet du chapitre 3 tandis que les résultats des analyses seront traités au chapitre 4.

Conclusion

À l'issue de ce tour d'horizon épistémologique et sémantique des notions de risque et de vulnérabilité, nous pouvons retenir un glissement du paradigme de risque initialement centré sur l'aléa vers la vulnérabilité. Celle-ci est désormais érigée en concept-clé par nos sociétés modernes. Cependant sa polysémie traduit une appropriation différente en fonction des champs disciplinaires. Si les sciences naturelles la comprennent comme une mesure de l'endommagement, les sciences sociales y voient plutôt une susceptibilité et une capacité des individus ou des sociétés à y faire face.

La notion de risque qui fait aujourd'hui consensus peut être résumée par une fonction combinant les termes d'aléa, d'éléments exposés, de vulnérabilité et de résilience auxquels sont étroitement associées les dimensions temporelles et spatiales. Ces dimensions intéressent particulièrement les géographes. Elles semblent aussi extrêmement utiles et même indispensables pour appréhender la problématique des crues rapides. Ces phénomènes apparaissent d'abord comme des événements dangereux quoique spatialement limités. Les crues rapides sont caractérisées par un taux de mortalité particulièrement élevé, notamment dans les pays développés, dont la technologie ne semble pas suffisante pour régler le problème. Or cette dangerosité n'est pas sans lien avec les spécificités spatio-temporelles du risque que ce phénomène représente. Ainsi, si l'on envisage la définition du risque de crue rapide selon la fonction que nous venons de rappeler, chacun des termes de celle-ci apparaît dépendant de l'espace et du temps. L'aléa d'abord est principalement caractérisé par l'intensité horaire des pluies, la rapidité du temps de montée, la vitesse du courant et la petite surface des bassins versants concernés. L'examen des circonstances des décès lors d'une crue rapide nous éclaire par ailleurs sur l'intérêt de considérer les dimensions spatio-

temporelles aussi bien dans l'estimation des éléments exposés que de leur vulnérabilité. Ainsi, les personnes mobiles, dont l'exposition varie dans l'espace et le temps, sont les premières victimes de ces phénomènes. Enfin, la vulnérabilité humaine semble associée à des pratiques spatiales inadaptées en temps de crise. Ces observations conduisent à penser que ce sont les dynamiques du phénomène naturel et de la composante anthropique qui doivent être prises en compte simultanément pour comprendre les interactions parfois fatales qui peuvent en résulter. Il semble donc que ce phénomène requiert une autre façon de penser le problème faisant appel à l'interdisciplinarité pour une approche plus intégrée et opérationnelle.

Pour cela il convient d'adapter les méthodes d'analyse de la vulnérabilité sociale aux problèmes spécifiques posés par le risque de crues rapides. Pour atteindre cet objectif, il est nécessaire d'envisager le comportement des individus confrontés à une situation exceptionnelle, en intégrant à cette réflexion les contraintes généralement issues du contexte quotidien. En effet, il apparaît que des interrelations fortes émergent entre l'environnement physique et social quotidien et extrême. Il s'agit en quelque sorte d'adopter une approche systémique à l'échelle de l'individu, en considérant deux dimensions spatio-temporelles, celle du quotidien et celle de la crise.

—

Chapitre 2

Les facteurs d'exposition à l'échelle du territoire gardois

DANS le Gard, les crues rapides constituent un phénomène récurrent, et le problème de la vulnérabilité des populations se pose à chaque nouvel événement. En effet, les crues qui ont touché la région Languedoc-Roussillon et notamment le département du Gard ces dernières années n'ont rien de surprenant ni d'exceptionnel puisque sur la façade méditerranéenne, il n'est pas rare d'enregistrer des valeurs de cumuls de pluies supérieures à 300 ou 400 millimètres en 24 heures (Beltrando, 2004). Antoine *et al.* (2001) a ainsi répertorié, sur les six derniers siècles en Languedoc-Roussillon, 66 crues meurtrières ayant causé près d'un millier de victimes. Depuis plus d'un siècle, les travaux d'ingénierie et de recherche hydro-météorologique n'ont eu de cesse de faire progresser la connaissance du phénomène et sa prise en compte, tout d'abord du point de vue structurel en agissant sur les paramètres des crues, puis non structurel par des mesures d'aménagement du territoire et des instruments de prévision, de prévention et de gestion de crise. Ainsi, la répartition séculaire des victimes des crues méditerranéennes en Languedoc-Roussillon depuis le XIV^{ème} siècle semble faire état d'une diminution du nombre de victimes alors même que le nombre d'événements recensés augmente (Antoine *et al.*, 2001). Cependant, au regard des dernières catastrophes de novembre 1999 dans l'Aude et septembre 2002 dans le Gard qui totalisent à elles deux 58 victimes, ces efforts paraissent encore insuffisants face à l'augmentation de la vulnérabilité des populations. La complexité du problème vient principalement des dynamiques spatio-temporelles des phénomènes météorologiques et hydrologiques qui laissent peu de temps pour alerter les populations et susciter des réponses adaptées aux circonstances.

Nous pouvons envisager l'exposition au risque de crue rapide comme le produit de trois facteurs : atmosphérique, hydrologique et social. Dans ce chapitre nous tâcherons donc de faire le point sur ces différents facteurs dans le département du Gard, choisi comme terrain d'étude

afin de comprendre les relations qu'entretiennent les gardois avec ce territoire soumis depuis des siècles aux crues rapides.

2.1 Une localisation propice aux pluies intenses

Dans le midi méditerranéen, le Gard ne fait pas figure d'exception en matière de crues. Bordé au sud par la Méditerranée et au nord par les contreforts des Cévennes dans le Sud du Massif Central, il fait partie des départements français les plus régulièrement touchés par des événements pluvieux intenses générateurs de crues rapides.

À partir de l'observation de débits anormaux dans les petits bassins versants, le seuil de 50 à 70 mm/h de pluie a été fixé de manière indicative (MATE, 1997). Les événements destructeurs liés à ces débits anormaux semblent généralement confirmés par le dépassement concomitant des seuils pluviométriques de 200 mm pour 24 heures à 300/400 mm en deux jours. Ainsi, à l'échelle du Sud de la France, Météo-France a établi une carte de la fréquence d'observation des pluies quotidiennes supérieures à 200 mm, entre 1958 et 2000 (figure 2.1).

Ces pluies, considérées comme intenses et susceptibles de déclencher des crues rapides, sont fréquentes (au minimum une fois tous les 10 ans, désignées sur la figure 2.1 par des étoiles rouges, des points violets ou verts) dans 11 départements du Languedoc-Roussillon et de PACA. Le Gard, ainsi que l'Ardèche, les Pyrénées-Orientales, l'Hérault, la Lozère, le Tarn, l'Aveyron, l'Aude, les Alpes-Maritimes et les 2 départements Corse, font partie de ceux-ci. À titre d'exemple, des événements semblables à celui du 8 et 9 septembre dans le Gard, ayant ponctuellement atteint un cumul de pluie maximal de près de 700 mm en moins de 24 h et causé 23 victimes, se sont déjà produits avec une intensité similaire sur le Vidourle en 1907, 1933 et 1958 et sur les Gardons en 1907 et 1958 (Beltrando, 2004).

D'un point de vue météorologique, la convection atmosphérique humide¹ constitue le principal moteur de ces pluies intenses. Dans le secteur qui nous intéresse, elle est inhérente à trois facteurs principaux (Delrieu *et al.*, 2005 ; Rivrain, 1997) :

1. La mer Méditerranée constitue un réservoir d'énergie et une source inépuisable d'humidité pour les basses couches de l'atmosphère, en particulier lorsque celle-ci est encore chaude à la fin de l'été et au début de l'automne ;
2. À l'échelle synoptique², l'automne constitue une période favorable à la descente vers les

1. Mouvement vertical d'air humide résultant d'une instabilité de densité d'origine thermique.

2. Cet adjectif qualifie plus particulièrement les phénomènes atmosphériques dont l'ordre de grandeur est de quelques milliers de kilomètres pour les dimensions horizontales, de quelques kilomètres pour la dimension verticale et de quelques jours pour la durée. Cette échelle spatio-temporelle constitue par excellence le cadre de la prévision opérationnelle sur une échéance de un à trois jours dans les zones tempérées. Les objets météorologiques tels

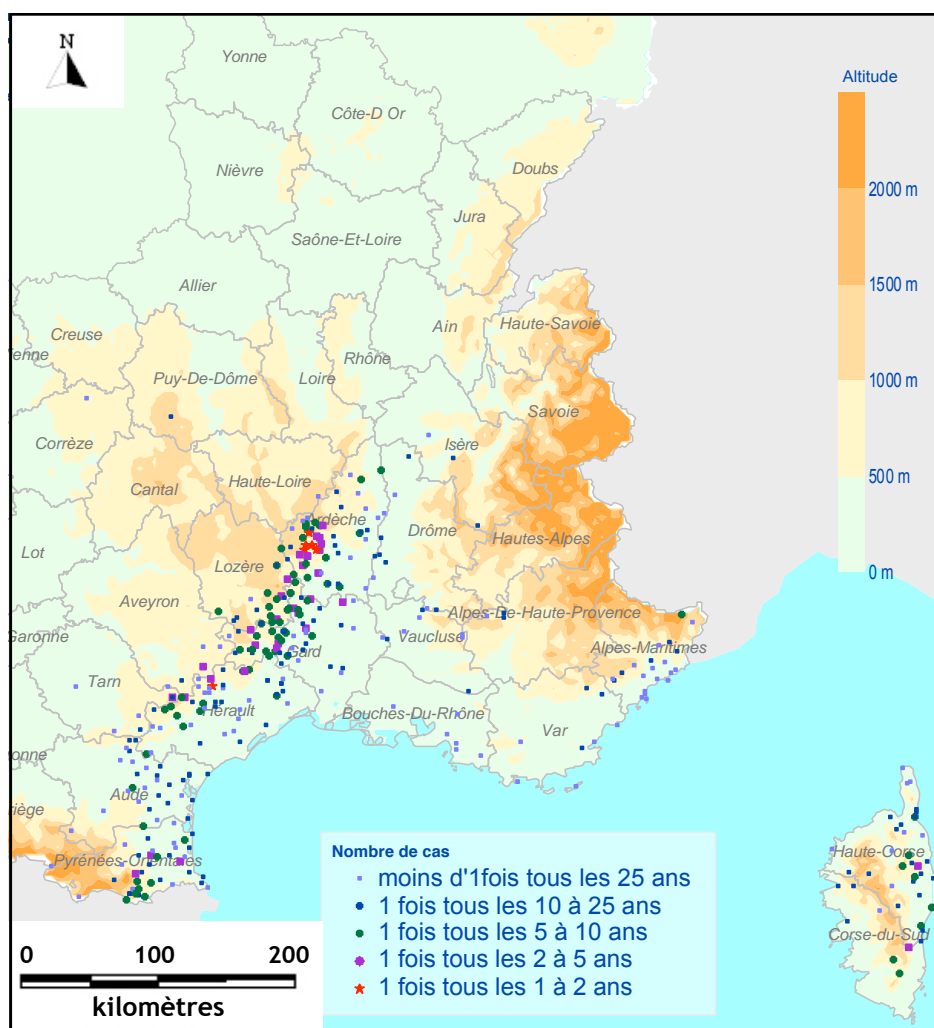


FIGURE 2.1 – Fréquence d'observation d'une pluie quotidienne $\geq 200\text{mm}$ entre 1958 et 2000 pondérée par le nombre d'observations dans le quart sud-est de la France. Source : Météo-France (2001), extrait du CD-Rom Pluies extrêmes sur le Sud de la France.

latitudes méditerranéennes d'air froid d'altitude d'origine arctique. Cet air, venant en surplomb des flux atmosphériques de basses couches transporte l'air chaud et humide venant de la Méditerranée vers les côtes et contribue à la déstabilisation de ces masses d'air.

3. Le relief péri-méditerranéen prononcé provoque la convection et canalise le flux atmosphérique de basses couches engendrant des zones dépressionnaires et des convergences qui contribuent à libérer l'instabilité convective à l'origine de développements orageux remarquables.

Les précipitations intenses dans cette région peuvent aussi bien résulter de processus convectifs que de processus non convectifs ou mixtes de plus grande échelle (Anquetin *et al.*, 2004). C'est le cas lorsque des perturbations frontales ralenties et accentuées par les reliefs provoquent,

que les systèmes anticycloniques et dépressionnaires de la basse atmosphère sont généralement bien ajustés à cette échelle spatio-temporelle, de même que les perturbations atmosphériques et les zones frontales susceptibles de s'y développer. Source : http://www.meteofrance.com/FR/glossaire/designation/1062_curieux_view.jsp

2.1. Une localisation propice aux pluies intenses

par l'effet de pluies continues pendant plusieurs jours, des cumuls de précipitations importants sur de vastes surfaces. Ces épisodes à fort effet d'accumulation sont désignés sous les termes « d'épisodes cévenoles ».

Les processus convectifs génèrent, quant à eux, de grandes quantités de précipitations en quelques heures. Ils sont dits de « méso-échelle », c'est-à-dire qu'ils appartiennent à une échelle « moyenne » de dimension comprise entre quelques kilomètres et quelques centaines de kilomètres. La cellule convective, le plus petit élément capable de générer des orages potentiellement producteurs de crues rapides, n'excède pas 10 km d'extension et 1 heure de cycle de vie (figure 2.2).

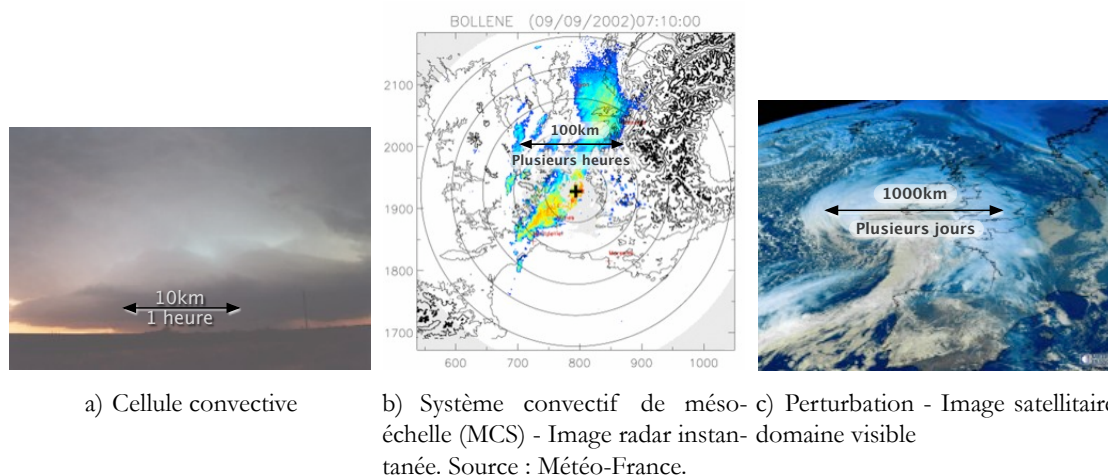


FIGURE 2.2 – Différentes échelles spatio-temporelles des objets atmosphériques.

Par ordre de tailles croissantes, viennent ensuite les supercellules (30 à 50 km) et les cellules organisées en systèmes nommés systèmes convectifs de méso-échelle ou MCS dont la taille peut atteindre plusieurs centaines de kilomètres (Figure 2.2). En 1975, Orlanski proposa une division rationnelle des échelles des processus atmosphériques mettant en relation l'extension spatiale et temporelle caractéristique de chaque type d'objets atmosphériques (Figure 2.3).

L'organisation des cellules convectives entre elles, confère aux MCS différents types de formes : quasi-circulaire tels que les complexes convectifs de méso-échelle (MCC), linéaire comme les lignes de grains à déplacement rapide, ou en forme de V. Ces derniers ont un mouvement très lent et peuvent être stationnaires pendant plusieurs heures car la propagation orageuse à l'arrière du système compense l'entraînement par les vents dominants. Leur stationnarité est à l'origine de grandes accumulations de précipitations fréquemment responsables des crues rapides meurtrières et dévastatrices qui sévissent dans le Gard (Rivrain, 1997).

À l'échelle de la région Cévennes-Vivarais, la cartographie des caractéristiques statistiques des précipitations extrêmes de temps de retour³ 10 ans (précipitations décennales) et 100 ans

3. La loi de probabilité de Gumbel permet de calculer la probabilité de dépasser une certaine valeur de cumul de

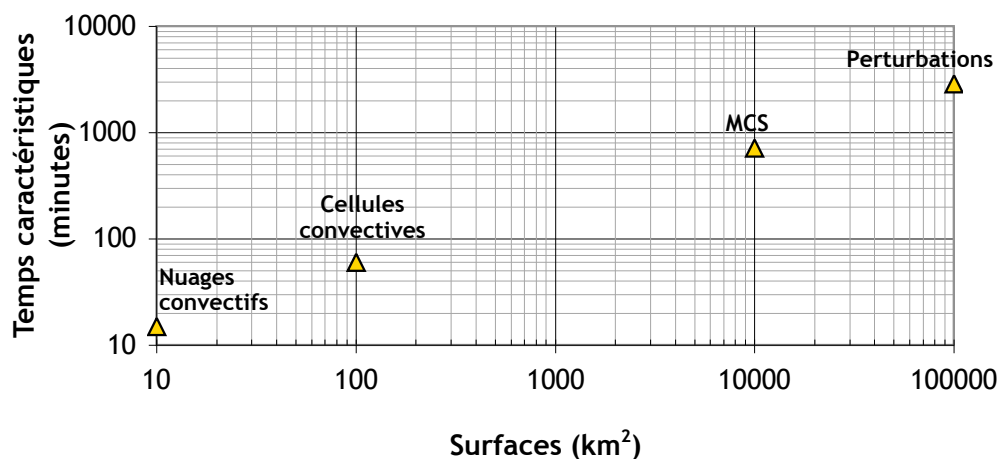


FIGURE 2.3 – Les échelles spatio-temporelles des différents objets atmosphériques selon Orlanski (1975). Source : Creutin (2001)

(précipitations centennales) à divers pas de temps (1, 2, 6, 12 et 24 heures) nous informe sur la localisation des risques associés aux divers objets météorologiques présentés précédemment. L'examen des cartes d'intensité pluvieuse horaire de temps de retour 100 ans aux pas de temps 1 h et 24 h (figure 2.4) met en évidence une intensité pluvieuse plus élevée aux pas de temps les plus courts. De plus, la comparaison entre les deux cartes montre que la répartition spatiale des pluies varie selon le pas de temps pris en compte. Ainsi, au pas de temps 1 heure, les valeurs maximales se répartissent sur trois secteurs : (i) au pied des reliefs, à l'ouest d'Alès, (ii) sur la plaine nîmoise et (iii) sur les sommets méridionaux des montagnes ardéchoises. En ce qui concerne le pas de temps 24 heures, les valeurs extrêmes se situent cette fois au niveau des crêtes du massif Cévennes-Vivarais formé par les monts Aigual, Lozère et Gerbier de Jonc (Molinié *et al.*, 2007).

Dans le département du Gard, au pas de temps de 1 heure, l'intensité pluvieuse centennale atteint un maximum de 105 mm/h, enregistrés dans le secteur d'Alès entre le Gardon d'Anduze et celui d'Alès. Le secteur de Nîmes, connaît des intensités légèrement moins importantes (87 mm/h) mais constitue cependant le deuxième secteur le plus touché du département avec le flanc sud du Serre de la croix de Bauzon. À la lumière de cette carte, il semble que le bassin versant du Gard soit le plus exposé aux pluies intenses de courte durée. Au pas de temps 24 h, ce sont les sommets des Cévennes qui connaissent les intensités pluvieuses les plus fortes avec des valeurs situées entre 15 et 18 mm/h.

D'un point de vue temporel, comme nous l'avons vu précédemment, les processus météorologiques à l'origine des pluies extrêmes sont plutôt actifs à la fin de l'été et au début de l'automne.

pluie ; l'inverse de cette probabilité est appelé temps de retour exprimé en années puisqu'il s'agit à l'origine de lois des maxima annuels. Ainsi, s'il y a 10 chances sur cent de dépasser 100 mm, on dira que cette valeur a un temps de retour de 10 ans, ce qui ne veut pas dire que cette valeur sera dépassée tous les 10 ans, sauf en moyenne sur une très longue période. Une valeur centennale a une chance sur 100 d'être dépassée une année quelconque.

2.1. Une localisation propice aux pluies intenses

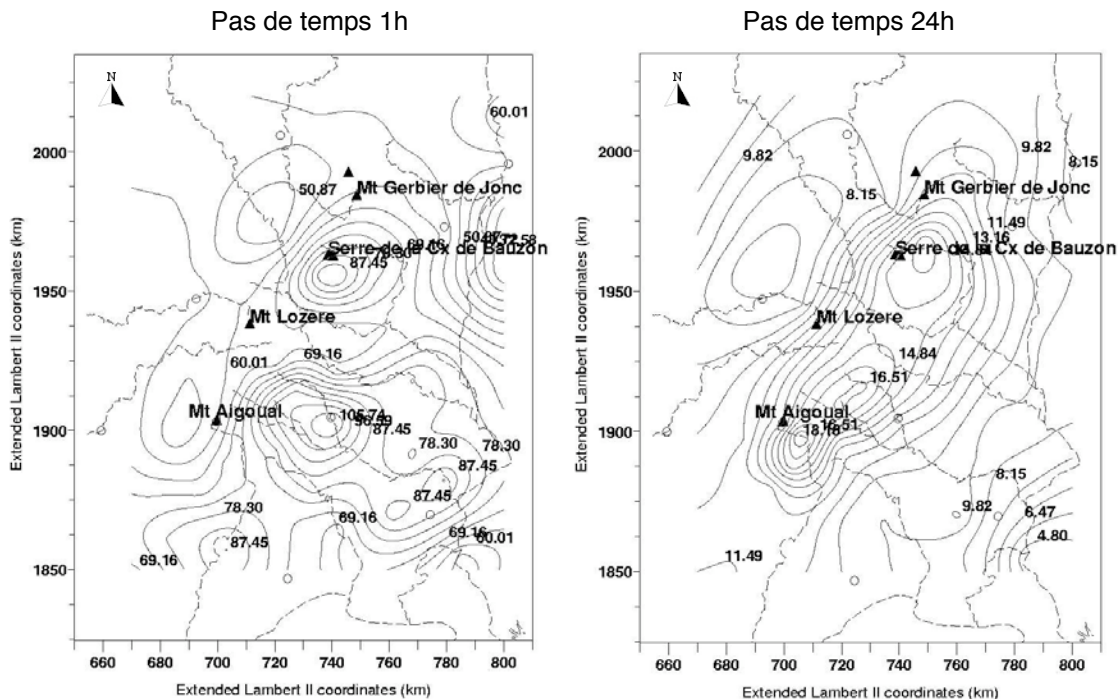


FIGURE 2.4 – Cartes de l'intensité pluvieuse horaire en région Cévennes-Vivarais de temps de retour 100 ans, aux pas de temps 1 heure et 24 heures. Source : (Molinié *et al.*, 2007).

Cette saison, où l'aléa est le plus marqué, se définit comme étant constituée par les mois consécutifs où à la fois le gradex⁴ et la moyenne mensuelle du cumul des pluies centrés réduits sont positifs (Kieffer-Weisse, 1998). C'est le cas des mois d'août à novembre pour des pluies de pas de temps 1, 2, 3 et 6 heures et des mois de septembre à janvier pour des pas de temps de 12 à 24 heures (figure 2.5).

Si l'on s'attache à l'historique de la distribution mensuelle du nombre de jours où les précipitations dépassent 200 mm (figure 2.6), le Gard, en comparaison des départements voisins, s'avère plus fréquemment touché pendant les mois de septembre et surtout octobre qui cumulent respectivement 12 et 18 jours de précipitations > 200 mm.

D'un point de vue météorologique, nous venons de montrer que les pluies à l'origine des crues rapides possèdent des caractéristiques spatio-temporelles variées puisqu'elles peuvent être très localisées, intenses et de courte durée ou avoir une intensité horaire plus faible mais concerner une

4. Les données de cumul de précipitations tombées dans un intervalle de temps donné quand elle sont reportées en fonction de leur temps de retour sur un papier fonctionnel de Gumbel, peuvent être ajustées par une droite. La pente de cette droite est le gradex. Le gradex donne le taux d'accroissement de la variable en fonction du temps de retour. Source : http://www.lthe.hmg.inpg.fr/OHM-CV/ohmcv_pluies_extremes_files/gradex.html

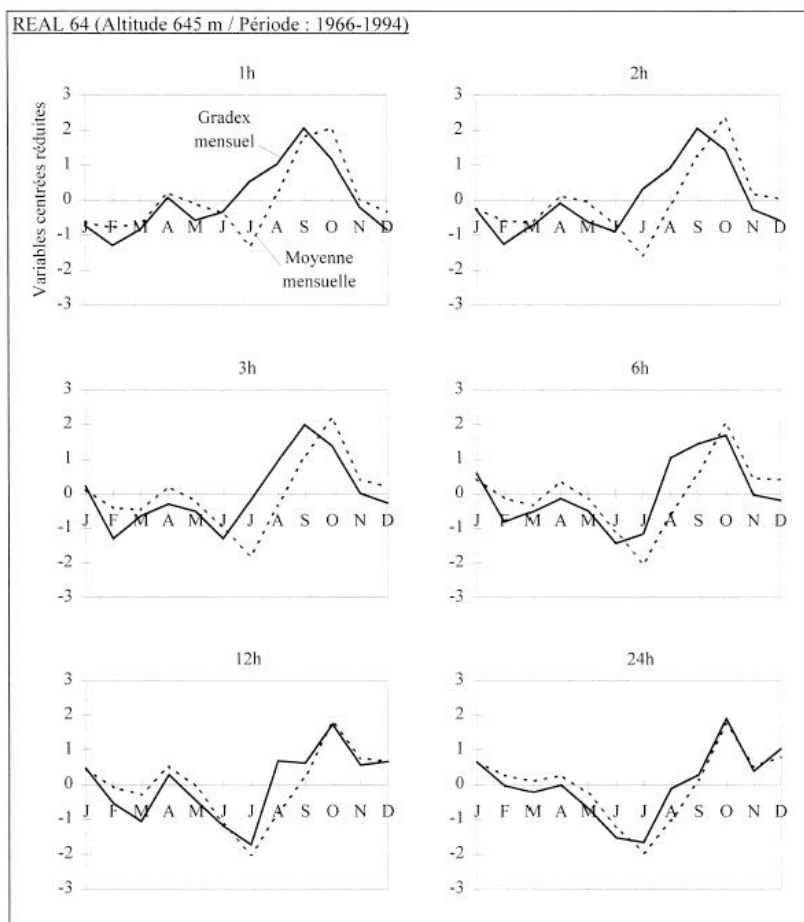


FIGURE 2.5 – Pour un pluviographe, représentation des gradex et des moyennes mensuels centrés réduits en fonction des mois pour 6 pas de temps. Source : (Kieffer-Weisse, 1998).

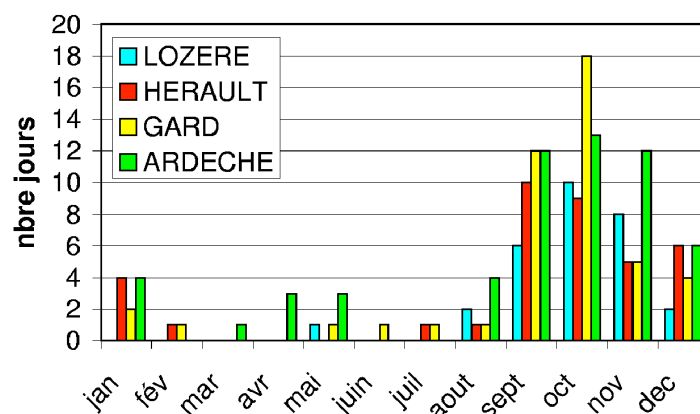


FIGURE 2.6 – Distribution mensuelle du nombre de jours de précipitation > 200 mm de 1958 à 2000 pour les départements de la Lozère, l’Hérault, le Gard et l’Ardèche. Source : Météo-France (2001), extrait du CD-Rom Pluies extrêmes sur le Sud de la France.

surface beaucoup plus étendue sur un laps de temps plus important. Par ailleurs, ces différences en termes d'aléa apparaissent situées d'un point de vue géographique et temporel. Les secteurs montagnards ainsi que la zone de Nîmes semblent plus sensibles aux épisodes longs d'automne-hiver alors que les piémonts sont plutôt soumis aux épisodes courts et intenses de la fin d'été-début d'automne.

En réponse à cet aléa pluviométrique, le réseau hydrographique réagit de manière assez complexe.

2.2 Une réponse hydrologique fréquemment violente

La réponse hydrologique est fonction de plusieurs facteurs tels que la morphologie du bassin versant, ses propriétés physiques (nature des sols, couverture végétale, occupation des sols), la structuration du réseau hydrographique et le taux de saturation initiale des sols. On peut notamment observer deux types de réponse, l'une rapide principalement imputable aux écoulements de surface et l'autre retardée ou lente liée aux écoulements souterrains. Ceci est particulièrement visible sur la figure 2.7 représentant le débit de la Sauze à Saint Martin d'Ardèche (2 450 km²) en réponse à un événement pluvieux moyen survenu en octobre 1993. Dans cet exemple, la réponse rapide reproduit, avec environ 10 heures de retard, les deux pics de pluie survenus autour des 75^e et 100^e heures. Elle correspond au temps de transfert des eaux de ruissellement dans le réseau hydrographique qui se fait à des vitesses de l'ordre du mètre par seconde. Reposant sur la distribution des temps de transfert dans le réseau, le temps de montée au pic de l'hydrogramme unitaire⁵ est du même ordre de grandeur que le temps de réponse. Il est donc utilisé ici pour caractériser le temps de réaction d'un bassin. D'un autre côté, la réponse lente correspond à l'augmentation du débit de base de la rivière de 50 à 250 m³/s en trois journées de pluie, débit qui mettra plusieurs semaines avant de retrouver sa valeur initiale. Ainsi, le temps de transfert souterrain est gouverné par des vitesses d'ordre de grandeur nettement inférieur à ceux des écoulements de surface. Il apparaît ainsi qu'un bassin versant intègre dans sa réponse plusieurs échelles temporelles de variabilité des précipitations. Sa réponse rapide, utilisée pour caractériser le temps de réaction du bassin, déterminerait la limite inférieure des échelles spatiales auxquelles il est sensible (Creutin, 2001).

D'après la figure 2.8, l'étude des temps de réponse⁶ de plusieurs bassins versants urbains (points rouges) et ruraux (points verts) du pourtour méditerranéen montre l'évolution de ceux-ci

5. Hydrogramme de ruissellement direct obtenu à partir d'un orage uniformément réparti sur un bassin versant durant une unité de temps déterminée. [Office de la langue française, 1974]

6. Temps écoulé entre les instants qui correspondent respectivement au centre de gravité d'une averse et au centre de gravité du ruissellement ou au débit de pointe.

Source : <http://hydram.epfl.ch/e-drologie/chapitres/chapitre11/chapitre11.html>

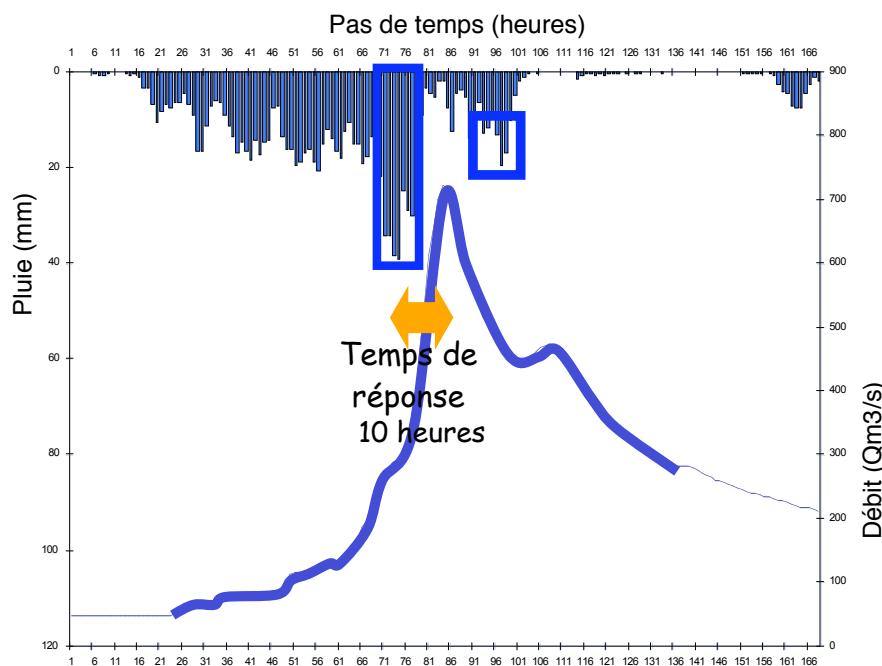


FIGURE 2.7 – Évolution temporelle des pluies moyennes horaires (en haut) et des débits (en bas) lors d'un épisode pluvieux de plusieurs jours ayant affecté l'Ardèche à Sauze Saint Martin en octobre 1993. Source : Zin (2002).

en fonction de la taille des bassins versants. Ainsi, plus la surface des bassins versants est réduite plus leur temps de réponse est faible, un ruisseau drainant une surface de l'ordre du kilomètre carré peut réagir en une dizaine de minutes. La figure 2.8 montre par ailleurs une différence entre les temps de réaction des bassins versants ruraux et urbains, l'imperméabilisation des sols en contexte urbain favorisant des temps de réaction plus courts. En superposant à ces données la droite représentant la relation surface-temps caractéristique des processus atmosphériques (figure 2.3), il est intéressant de noter que les bassins d'une taille donnée ont tendance à réagir aux objets atmosphériques de même taille avec un temps caractéristique similaire (Creutin, 2001). Ainsi, une seule cellule convective peut provoquer une crue éclair sur un bassin versant de l'ordre de quelques kilomètres carrés. De même, un groupe de cellules convectives peut induire des cumuls de précipitations de l'ordre de 200 mm en moins de 6 heures et produire des crues rapides sur des bassins versants de l'ordre de 50 à 500 km² de surface. Dans les deux cas les temps de réponse des bassins versants sont différents, le plus petit réagit en moins d'une heure tandis que le second monte en charge en quelques heures.

On appelle généralement crues « rapides » ou « éclair », celles pour lequel le temps de montée est inférieur ou égal à 6 heures (RHEA, 1995). Si l'on se réfère à la relation temps-surface précédemment décrite cela concernerait des bassins versants de moins de 1 000 km² pouvant réagir à des phénomènes météorologiques allant de la cellule convective au système convectif de

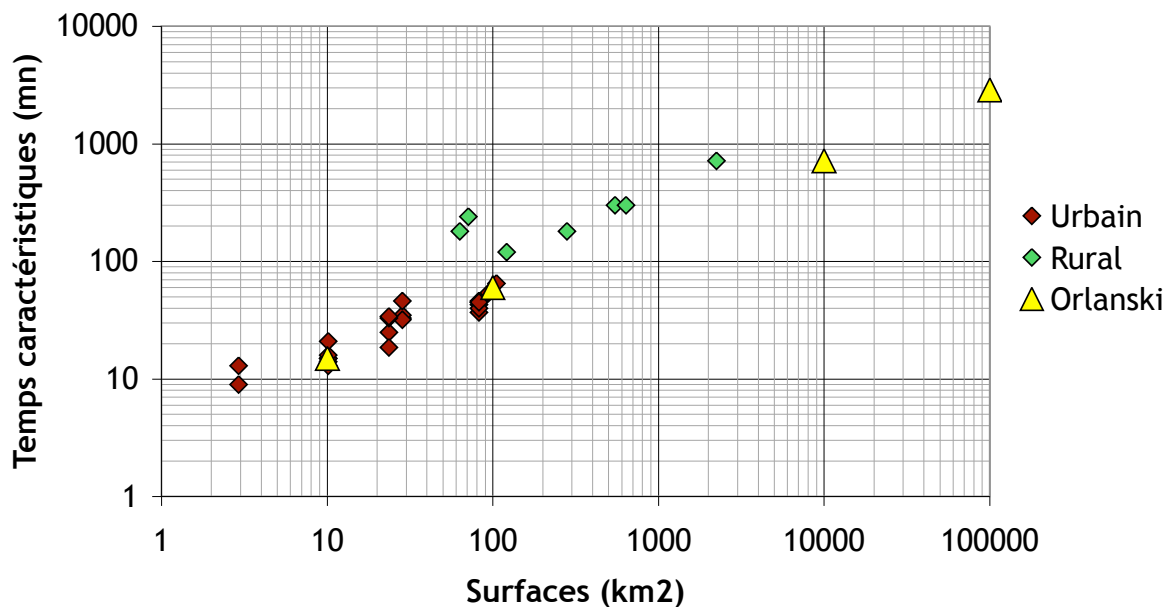


FIGURE 2.8 – Relation entre le temps de montée et la surface de bassins versants méditerranéens urbains (losanges rouges) et ruraux (losanges verts) et les échelles atmosphériques (triangles jaunes) selon Orlanski (1975). Source : Creutin (2001)

méso-échelle (MCS).

À l'échelle du Languedoc-Roussillon, la rapidité des temps de montée des rivières a été cartographiée par la DIREN en tenant compte de la taille des bassins versants et de la pente moyenne. Il apparaît ainsi que le territoire du Gard est le seul sur lequel les cinq catégories de temps de montée sont représentées, les temps les plus courts (0 à 4 heures) étant observés à l'amont des trois cours d'eau principaux alors que les plus longs caractérisent les cours d'eau proches du littoral.

Par ailleurs, les temps de réponse des plus petits affluents peuvent aussi être estimés à partir de leur catégorisation selon l'ordre de Stralher (figure 2.9). Cette classification des cours d'eau consiste à attribuer aux affluents situés les plus en amont (les affluents les plus petits) d'un réseau hydrographique, la valeur 1. L'ordre des drains suivants étant augmenté de un à chaque nouvelle confluence de deux drains de même ordre. Cette classification a l'avantage de permettre un rapprochement avec la dynamique de crue des rivières, les experts s'accordant à considérer les rivières de rang 3 et inférieures comme les plus susceptibles d'être responsables de crue rapide (Creutin, 2001). La carte représentant les ordres de Stralher des cours d'eau du Gard montre combien il est fréquent de voir se côtoyer des affluents rapides de niveau 1 ou 2 avec des cours d'eau de niveau 3 ou 4, dont la dynamique est beaucoup plus lente.

La prise en compte des échelles spatio-temporelles n'est pas suffisante pour caractériser les crues rapides et le danger qu'elles constituent pour les populations. L'intensité de ces phénomènes s'avère être un paramètre non négligeable vis-à-vis de la prise en compte du risque. Ainsi, au

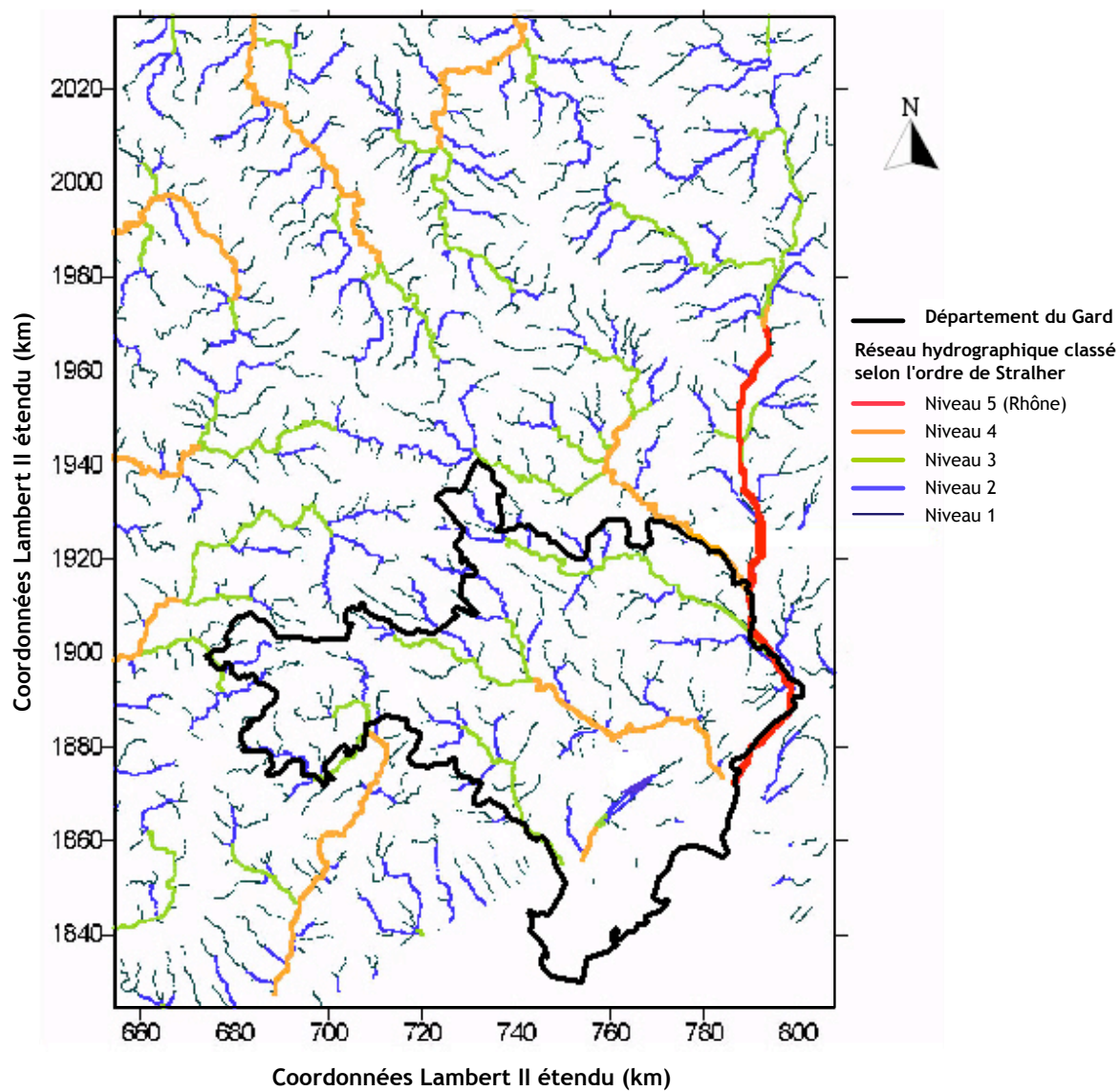


FIGURE 2.9 – Réseau hydrographique de la région Cévennes-Vivarais hiérarchisé selon la classification de Stralher. Source : F. Miniscloux, G.M. Saulnier.



FIGURE 2.10 – Nîmes, bd Pompidou, 3 octobre 1988. Source : Météo-France (2001), extrait du CD-Rom Pluies extrêmes sur le Sud de la France.

contraire des crues de plaine, les crues rapides sont violentes (figure 2.10). En plus de l'effet de surprise qu'elles peuvent provoquer par la vitesse de montée du niveau des rivières (plusieurs mètres par heure), elles induisent un courant très fort, de l'ordre de plusieurs mètres par seconde, particulièrement dommageable et dangereux pour la vie humaine. La vitesse du courant a, par ailleurs, des conséquences directes en termes d'érosion et de transports solides qui renforcent d'autant le pouvoir destructeur de ces phénomènes.

Ainsi, le contexte morphologique des bassins versants joue un rôle non négligeable dans la prédisposition des cours d'eau à une torrencialité dangereuse (Antoine *et al.*, 2001). Dans le Gard, quatre zones présentent des caractéristiques différentes :

- **Les secteurs montagnards**, caractérisés par des chenaux incisés selon un profil en long de pente soutenue, sont propices à une vitesse de crue élevée associée à une forte compétence, à tel point que le phénomène est souvent décrit par les locaux comme un « mur d'eau ».
- **Les secteurs de piémont**, au sortir des massifs, enregistrent souvent les débits de pointe les plus élevés succédant sans grand délai au paroxysme pluvieux. Dans ces secteurs, il arrive aussi que l'onde de crue venant de l'amont vienne s'ajouter, en décalé ou de manière concomitante, à la crue propre de ce secteur. Ceci peut augmenter l'effet de surprise et engendrer l'incompréhension des riverains. De plus, ces secteurs sont aussi particulièrement sensibles aux ruissellements de versant, intervenant en dehors du réseau hydrographique.
- **Les secteurs de plaines**, caractérisés par des pentes faibles, marquent un apaisement de la torrencialité et de la compétence des rivières. La crue peut s'étaler largement dans la plaine mais le danger reste présent, notamment en cas de rupture des ouvrages de protection, ou de canalisation des flux dans les zones urbanisées.

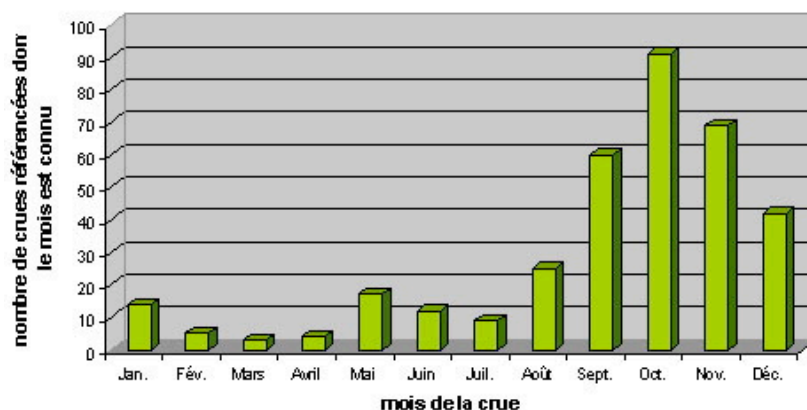


FIGURE 2.11 – Distribution mensuelle des crues dans le Gard entre 1225 et 2005. Source : Service de l'Eau et des Rivières - CG30 d'après les données de la DDE30, registre CATNAT, historiens, données communales (<http://orig.cg-gard.fr/ori/tab/inventaire>).

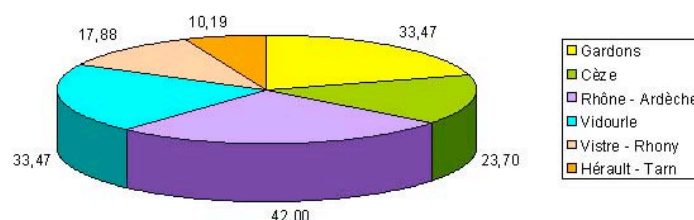


FIGURE 2.12 – Fréquence des crues dans le Gard par bassin versant entre 1225 et 2005 (en %). Source : Service de l'Eau et des Rivières - CG30 d'après les données de la DDE30, registre CATNAT, historiens, données communales.

- **Les secteurs avals, maritimes**, sont soumis au comportement des rivières principales et des fleuves dont la hauteur de crue est commandée par le niveau marin, éventuellement rehaussé d'une sur-cote marine liée aux vents violents associés aux pluies. La surface de submersion est généralement très étendue mais les caractéristiques de crue sont celles des crues de plaines.

Entre 1225 et 2005, le département du Gard a subi 481 crues. Le tableau 1 (cf. annexe) synthétise les 25 principales crues historiques depuis le XIXème siècle. La majorité de ces crues (75 %) ont eu lieu à l'automne comme la répartition des pluies intenses, présentée par la figure 2.6, pouvait le laisser supposer. Bien que la fenêtre temporelle prise en compte pour les pluies (figure 2.6) et les crues (figure 2.11) soit différentes dans les deux cas, il apparaît que le mois d'octobre est le plus propice aux événements hydro-météorologiques dans le Gard (25 %). Les mois de novembre, septembre, décembre puis août sont ensuite ceux qui ont connu le plus de crues historiques.

D'un point de vue spatial, il semble que les bassins versants du Rhône-Ardèche (42%) suivis par les Gardons et le Vidourle (chacun 33,5%) ont connu les fréquences de crue les plus importantes (Figure 2.12).

Enfin, si l'on s'attache à la fréquence de crues référencées par commune, il ressort des statistiques que 73 % des communes ont subi entre 1 et 9 crues, 18 % entre 10 et 19 crues et 6 communes (1,7 %) ont été inondées plus de soixante fois parmi lesquelles figurent : Vallabrègues (181 crues), Sommières (98) et Alès (90). Enfin, en termes de nombre d'arrêtés de catastrophe naturelle liés au risque inondation, entre 1982⁷ et 2005, toutes les communes du Gard ont eu au minimum un classement au registre CATNAT et près de la moitié en ont eu entre 4 et 6. Nîmes avec ses 14 arrêtés figure parmi les scores les plus élevés, de même que Beaucaire et Pont Saint Esprit (13 arrêtés).

En termes de superficies, les zones inondables du Gard, calculées selon des critères hydro-géomorphologiques ainsi que des critères anthropiques et de ruissellement pluvial, représentent 18,5 % de la superficie totale du département (CG30 *et al.*, 2006b). Mais ce chiffre dénote une disparité entre les bassins versants. En effet, le bassin du Rhône-Ardèche totalise 53 % de la superficie, suivi par le Vistre-Rhony (39 %) et enfin le Vidourle (35 %). Les Gardons ne représentent que 12 % de la surface inondable. Au vue de la répartition communale du taux de surface classée en zone inondable, on retrouve des signes de l'analyse de la torrentialité par bassin versant effectuée précédemment. En effet, les communes présentant la plus importante superficie de zones inondables sont principalement localisées dans les secteurs de plaine et les secteurs maritimes, là où les crues ont le loisir de s'étaler (figure 2.13). Ainsi, ceci ne présage en rien de la dangerosité de ces zones inondables.

À l'issue de ces deux premières parties, il paraît clair que le département du Gard constitue un terrain d'étude particulièrement approprié si lorsqu'on s'intéresse à la problématique des crues rapides en France. Cependant les aspects physiques du phénomène ne sont en aucun cas suffisants pour traiter de la question du risque dans son ensemble. Aussi, est-il temps de s'intéresser à l'exposition des populations résidant dans le Gard.

2.3 De forts enjeux humains

Dans le cadre de cette section consacrée à l'exposition des populations dans le Gard, nous proposons de dresser un rapide panorama de la dynamique démographique au sein du département. Notre objectif n'est pas de quantifier précisément le nombre de personnes exposées aux crues rapides mais plutôt de mettre en avant quelques données de cadrage permettant de mieux cerner la nature des enjeux humains dans ce département.

La consommation d'espace en région Languedoc-Roussillon est le corollaire d'une pression démographique et d'un étalement urbain représentant une tendance sociologique forte. De ce

7. Date de démarrage de la procédure.

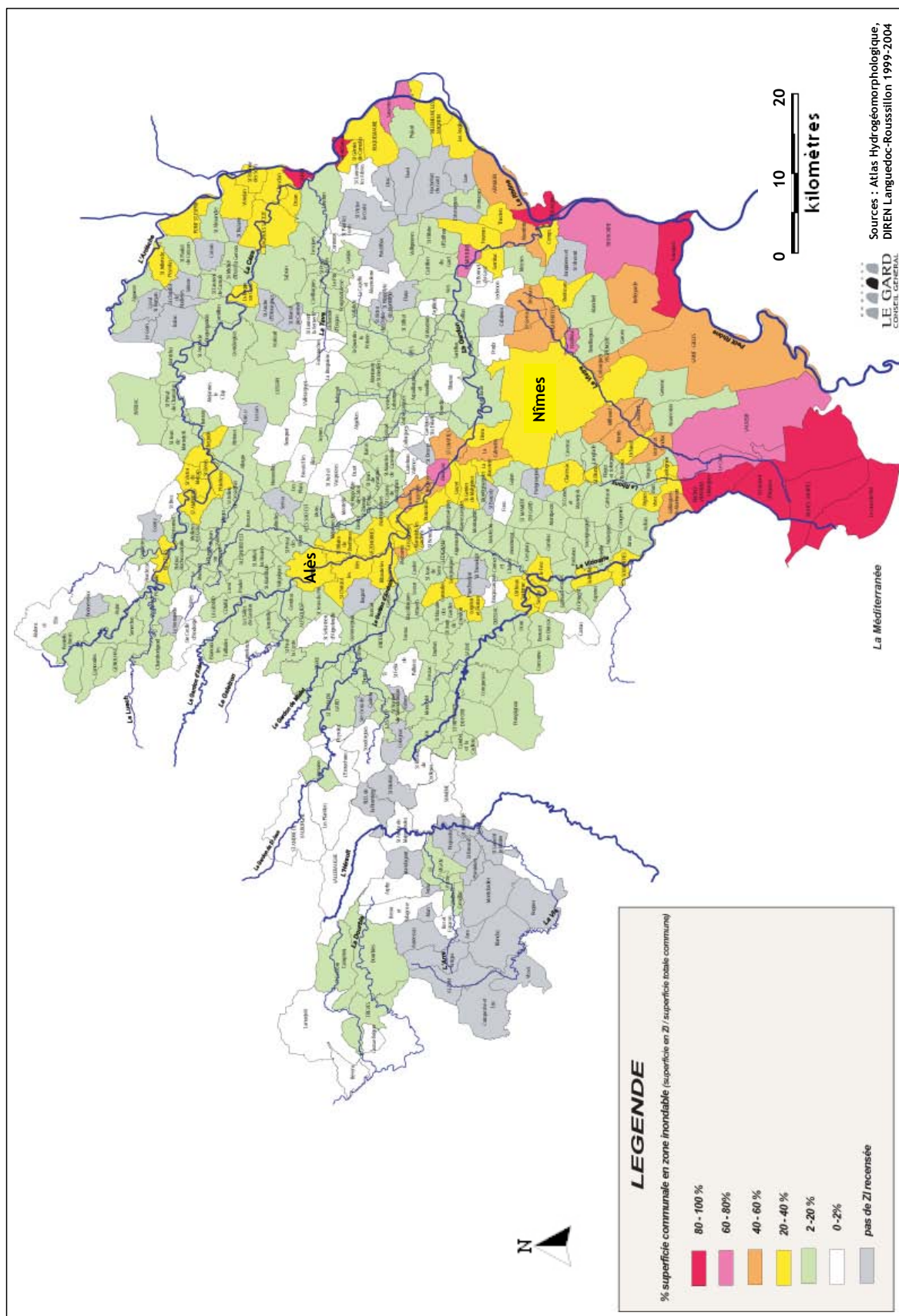


FIGURE 2.13 – Carte du taux de surface communale en zone inondable dans les communes du Gard. Source : Atlas hydrogéomorphologique, DIREN Languedoc Roussillon 1999-2004 (CG30 *et al.*, 2006b).

2.3. De forts enjeux humains

Bassin versant	Population en ZI (%)	Population totale (%)
GARDONS	43 657 (25,5%)	170 784 (27,4%)
CEZE	11 798 (15,8%)	74 839 (12%)
RHONE	49 159 (35,4%)	139 016 (22,3%)
VIDOURLE	27 748 (50,2%)	55 264 (9,0%)
VISTRE – RHONY	137 509 (55,0%)	250 678 (40,2%)
HERAULT – TARN	2 085 (14,0%)	14 879 (2,4%)
GARD*	231 064 (37%)	623 139 (100%)

*Les valeurs indiquées pour le Gard ne correspondent pas au total des colonnes car certaines communes situées en limite de deux bassins versants sont comptées deux fois.

TABLEAU 2.1 – Exposition, par bassin versant, de la population résident dans le Gard en 1999. Source : Atlas départemental des zones inondables du Gard–DIREN LR, 2006.

fait le nombre de résidents en zone inondable est lui aussi à la hausse. Actuellement, on estime à 384 000 le nombre de personnes qui résident dans une zone inondable, soit un habitant de la région Languedoc-Roussillon sur six. Cette exposition est particulièrement marquée dans les départements du Gard et des Pyrénées-Orientales (Préfecture, 2003).

Pour une superficie de 5 853 km², le Gard comptait en 2005, selon l'estimation de l'INSEE, 678 000 habitants, soit une densité de 115 habitants par kilomètre carré légèrement supérieure à la moyenne française. Ces chiffres, en quasi constante augmentation depuis le recensement de 1975, révèlent une progression de 37 % depuis 30 ans de la population du Gard, soit une moyenne de +1,2 % par an, identique au taux moyen en région Languedoc-Roussillon. Pendant la période séparant les recensements de 1990 et 1999, l'augmentation annuelle de la population (+0,7 %) a été principalement due au solde migratoire puisque celui-ci représente +0,53 %/an. Cette donnée présente un certain intérêt en termes de vulnérabilité. En effet, elle nous interroge sur le niveau de culture du risque chez les nouveaux résidents et la qualité du transfert des connaissances entre ces derniers et les populations autochtones.

En ce qui concerne l'habitat en zone inondable dans le Gard, nous disposons des résultats d'une enquête réalisée conjointement par le conseil général du Gard et le bureau d'Étude L. Wateau & B. Ségala, en 2006 à partir des recensements généraux de population (RGP) de l'INSEE et de l'Atlas Hydrogéomorphologique du Gard de la DIREN Languedoc Roussillon et la DDE30 (CG30 *et al.*, 2006a). L'objectif de cette étude était de quantifier la population située en zone inondable. Elle montre notamment qu'en 1999, 37 % de la population, soit 231 064 habitants du département résidaient en zone inondable. La répartition par bassin versant présente des différences par rapport à la répartition des surfaces inondables présentées par la figure 2.9. Ainsi les bassins versants les plus fortement peuplés sont aussi ceux qui comptent le plus d'habitants en zone inondable, c'est le cas du Vistre-Rhony (137 509 hab.), du Rhône-Ardèche (49 159 hab.) et des Gardons (43 597 hab.) (tableau 2.1).

Les résultats montrent aussi sur l'ensemble du département un accroissement de 6,45 % de la population en zone inondable entre 1990 et 1999. Cet accroissement est variable selon les secteurs. Les plus fortes augmentations concernent le bassin du Vidourle (+17 %) et celui du Rhône-Ardèche (+10 %). Elles traduisent ici l'augmentation des zones urbanisées localisées en zones inondables. Selon l'Atlas des zones inondables du Gard, ces dernières sont urbanisées à 30 % et leur urbanisation a progressé de près de 10 % entre 1990 et 2000. Sur le plan communal, les cinq plus grosses villes du Gard (Nîmes, Alès, Bagnols-sur-Cèze, Beaucaire, et Villeneuve-les-Avignon) sont fortement inondables. Ainsi, 85 000 personnes (65 %) sont soumises au risque d'inondation à Nîmes et plus de 18 000 à Alès (46 %). De plus, à l'échelle régionale les scénarii d'évolution démographique, qu'ils se fondent sur une hypothèse haute ou basse (liée au maintien ou au ralentissement des flux migratoires), vont dans le sens d'un renforcement de la pression démographique sur la plaine littorale et les zones urbaines du Languedoc Roussillon. Le Gard n'échappe pas à cette dynamique régionale qui laisse présager un accroissement du nombre d'habitants et d'entreprises en zone inondable (Valarié et Coeur, 2004).

L'installation humaine en zone inondable n'est pas un problème en soi si elle s'accompagne d'une adaptation spécifique du bâti et des pratiques spatiales. En matière de bâti, l'habitat de plain-pied sans étage est le plus sensible puisqu'il ne permet pas aux habitants de se protéger de la montée des eaux en gagnant les étages. L'habitat de plain-pied fait partie du parc de logements individuels recensé par l'INSEE. Celui-ci se décompose en 3 catégories : les résidences principales, les résidences secondaires et les logements occasionnels. Ainsi, d'après le recensement de la population, en 1999, il existait 161 397 résidences principales de type maisons individuelles ou fermes, abritant environ au total 420 000 personnes, soit 67 % de la population du Gard. Les résidences secondaires et occasionnelles de type individuel sont au nombre de 23 534 (mais le nombre de personnes concernées n'est pas connu). L'information fournie par le recensement sur ces logements individuels est incomplète puisqu'il est impossible de savoir si ces logements disposent d'un étage ou non. Ce problème ne se pose pas pour les logements collectifs qui présentent une solution de repli en cas de crue.

En complément de ces données concernant la population résidente, il ne faut pas négliger les 15 millions de touristes qui font de la région Languedoc-Roussillon la 4^e destination touristique française. Avec 18 870 000 nuitées⁸ marchandes et non marchandes en 2005, le Gard rassemble 19 % de la fréquentation touristique de la région. L'apport en population sur l'ensemble de l'année équivaut en moyenne à 51 699 personnes quotidiennes en plus des résidents permanents du Gard. Ces chiffres révèlent une augmentation de 13 % du nombre de nuitées annuelles depuis 1994.

En 2004, le camping était l'hébergement marchand le plus souvent fréquenté dans le Gard avec 14,6 % de l'offre. Ce type d'hébergement est aussi le plus exposé aux crues. Du fait de l'at-

8. 1 nuitée = 1 personne par nuit.

traction touristique que constituent les rivières dans le Gard, en 2006 le département comptait 217 campings. Parmi ceux-ci 151 (soit 70 %) sont implantés en zone inondable. La capacité d'accueil de ces derniers représente près de 61 000 personnes c'est à dire 88 % de la capacité totale des campings du Gard. Ces chiffres montrent une évolution depuis 2002. Ainsi, même si le nombre de campings en zone inondable a augmenté, la capacité d'accueil dans cette zone a légèrement diminué passant de 91 % à 88 % du fait de la politique de prévention du risque inondation menée dans le département. Néanmoins l'exposition sur ce type d'hébergement reste forte.

D'un point de vue spatial, la capacité d'accueil en zone inondable est plus importante dans les bassins versants du Vidourle et du Rhône-Ardèche (97 %) suivi de ceux des Gardons (85 %). À l'échelle communale, ce sont les communes de Mialet, Anduze, Saint Privas de Champclos, Villeneuve-les-Avignon, Aigues-Mortes et le Grau du Roi qui réunissent le plus d'emplacements en zone inondable. À l'instar de ces chiffres inquiétants, il faut souligner que le Service Interministériel de Défense et de Protection Civile (SIDPC) imposant la mise en sécurité des établissements soumis au risque d'inondation, 73 % des campings inondables disposent d'un Cahier de Prescription et de Sécurité (CPS). C'est notamment le cas de 88 % des campings des bassins versants des Gardons, 83 % de ceux de la Cèze. Ces CPS, dont l'objectif est de prévoir l'évacuation des populations en temps de crise, ont été établis entre 1997 et 2004 pour les campings dans lesquels le niveau de crue est susceptible de dépasser 70 cm de hauteur.

Ainsi à l'échelle du Gard nous pouvons retenir que sur les 37 % de la population concernée par le risque d'inondation sur leur lieu de résidence, 2/3 des habitants de logement de plain-pied peuvent éventuellement se trouver en difficulté lors d'une crue si ils ne disposent pas d'étage refuge suffisamment élevé. Il en est de même de l'importante population touristique résidant en camping, en hébergement mobile ou encore dans des résidences touristiques sans étage.

Si l'exposition aux risques est généralement envisagée sous l'angle de l'habitat (occasionnel ou pérenne) en zone inondable, il est rare que les politiques de prévention des risques s'intéressent à l'exposition associée aux mobilités quotidiennes des populations. Or ce problème de mobilité concerne tout le monde, séjournant en zone inondable ou pas. En effet, toute personne amenée à se déplacer dans le Gard pour son travail, ses loisirs, ses besoins vitaux est susceptible d'emprunter, plus ou moins fréquemment, des portions du réseau routier soumises à de potentielles submersions. Qu'en est-il de l'exposition du réseau routier du Gard ? Quels sont les flux de population concernés ? Quels sont les rythmes de cette exposition ? Voici les questions que nous nous proposons d'aborder maintenant.

2.4 Variabilité spatio-temporelle de l'exposition des usagers de la route

À la lumière des caractéristiques du phénomène et des circonstances mortelles les plus classiques dans le cas des crues rapides (cf. chapitre 1), il s'agit maintenant d'envisager l'exposition des populations du Gard au regard de leurs déplacements quotidiens. Nous rappelons ici que notre intérêt porte exclusivement sur l'enjeu humain, c'est-à-dire celui qui concourt à l'accident corporel qu'il ait eu des conséquences dramatiques ou non. Or le risque d'accident fatal pendant une crue rapide est très différent du risque sismique par exemple. Dans le cas du risque sismique, ce sont les bâtiments et infrastructures endommagés qui tuent, alors que dans le cas des crues, rapides notamment, les victimes sont bien souvent frappées en espace ouvert. Ainsi, comme nous le soulignons en début de chapitre, la majeure partie des décès liés aux crues rapides concerne des automobilistes et piétons utilisateurs des réseaux routiers (Autoroute, RN, RD, voirie communale, lotissement...). Ce type de vulnérabilité est d'autant plus important que, ces dernières années, la modification des rythmes du travail et de vie, les changements dans les modes de consommation, ont eu une incidence notable sur la mobilité des personnes. Nous examinerons donc la variabilité spatio-temporelle de ce type d'exposition en nous intéressant dans un premier temps à l'exposition des axes routiers qui irriguent le département du Gard.

2.4.1 Exposition des axes routiers aux crues rapides

La vulnérabilité physique du réseau routier du Gard a été particulièrement mise en lumière à l'occasion des crues catastrophiques de septembre 2002. Lors de cet événement la route nationale 106, située dans la plaine alluviale de la Gardonnenque entre Nîmes et Alès a été le siège des plus gros problèmes (MEDD, 2004). Ainsi, l'eau est montée aux deux extrémités d'un secteur dans lequel se trouvaient entre 300 et 400 véhicules dont un car rempli de touristes étrangers. Leurs occupants se sont trouvés isolés et l'eau a fini par recouvrir l'ensemble de la portion de route. Les automobilistes n'ont dû leur salut qu'à la présence, à proximité, du collège de Brignon où ils ont pu, en forçant les portes, trouver refuge dans les étages. Tous les véhicules piégés ont été détruits. Le rapport de retour d'expérience de la crue de 2002 souligne que les ponts font souvent office de zone de refuge pour les automobilistes bien que tous les ouvrages de franchissement puissent être considérés comme vulnérables (MEDD, 2004).

Selon l'Atlas des zones inondables du Gard, établi en 2006, le département totalise 515 kilomètres de routes localisées en zones inondables. Parmi celles-ci on peut distinguer 17 km d'autoroutes, soit 19 % du linéaire d'autoroutes (3,4 km sur l'A54 et 13,6 km sur l'A9), 75 km de routes nationales, représentant 25 % des routes nationales (N580, N86, N106, N313, N113,

N110, N572) et 423 km de routes départementales comptant pour 10 % de cette catégorie de routes. Cependant si ces voies sont situées en zones inondables, elles ne sont pas forcément submersibles puisqu'elles peuvent être construites en remblai et se trouver ainsi surélevées par rapport au terrain naturel. De plus, la coupure de route par débordement de rivière ne représente que deux des trois causes de submersion. En effet, Versini et Gaume (2007) recense trois cas de figure : (i) l'intersection entre thalwegs et routes éventuellement au niveau d'ouvrage de franchissement, (ii) les zones de côtoiement du réseau hydrographique, (iii) les points bas du réseau routier où s'accumulent naturellement les eaux pluviales.

La localisation de potentiels points de coupure du réseau peut être appréhendée, en première approche, par la carte des coupures au pire moment de la crue des 8-9 septembre 2002 (Figure 2.14). Lors de cet événement exceptionnel 75 % du réseau routier est resté impraticable pendant plusieurs heures. 210 routes départementales et six routes nationales ont été touchées. Peu de secteurs ont été épargnés mise à part la partie la plus en amont du bassin versant de la Cèze, le secteur au Sud de Nîmes entre Vauvert et Beaucaire et la partie amont du bassin versant de l'Hérault à l'extrême Ouest du département. L'emplacement des routes coupées reflète bien la distribution des pluies lors de l'événement de 2002.

Cependant, étant donnée l'ampleur de cet événement, il ne semble pas opportun de considérer ces coupures comme représentant l'exposition « la plus courante » du réseau routier. Celle-ci peut être évaluée à partir d'une synthèse de plusieurs événements associée aux données issues d'un recueil systématique des points de coupures recensés par les agents de terrain de la DDE du Gard. Ce recueil a été réalisé dans le cadre du Plan d'Intervention des Crises Hydrologiques (P.I.C.H.), établi par la collaboration de cinq subdivisions du nord de département (Le Vignan, Quissac, Anduze, Alès, Bessèges). Le P.I.C.H. a plusieurs objectifs : (i) recenser de façon exhaustive les secteurs routiers submersibles en indiquant le mode de submersion, l'importance et la fréquence, (ii) proposer des modes opératoires afin de maximiser la sécurité des usagers. Les cinq subdivisions ont recensé 167 sections du réseau coupées par le passé. Pour chacune d'elles, de nombreuses informations ont été listées telles que le numéro de la coupure, la commune et lieu-dit, la voie concernée et son point repérage (PR), le motif de la coupure (pont ou point bas), sa fréquence, sa soudaineté, sa durée, l'importance du phénomène (hauteur d'eau, longueur submergée)... Toutes ces informations, bien que formant un ensemble très complet, ne sont pas toutes exploitables. En effet, l'absence de repère chronologique ne permet pas d'associer les coupures à des événements pluviométriques. Une submersion peut être due aussi bien à un événement de période de retour donné qu'à un événement très localisé. On ne retiendra donc que la potentialité de coupures de ces sections de réseau. Par ailleurs, depuis l'événement de 2002, le service de gestion des routes (SGR) de la DDE du Gard, répertorie aussi les points de coupures associés aux différents événements hydro-météorologiques. Ces données géoréférencées sous SIG sont disponibles pour les événements de 2003, 2004 et 2005. Ainsi, les points de coupures recensés

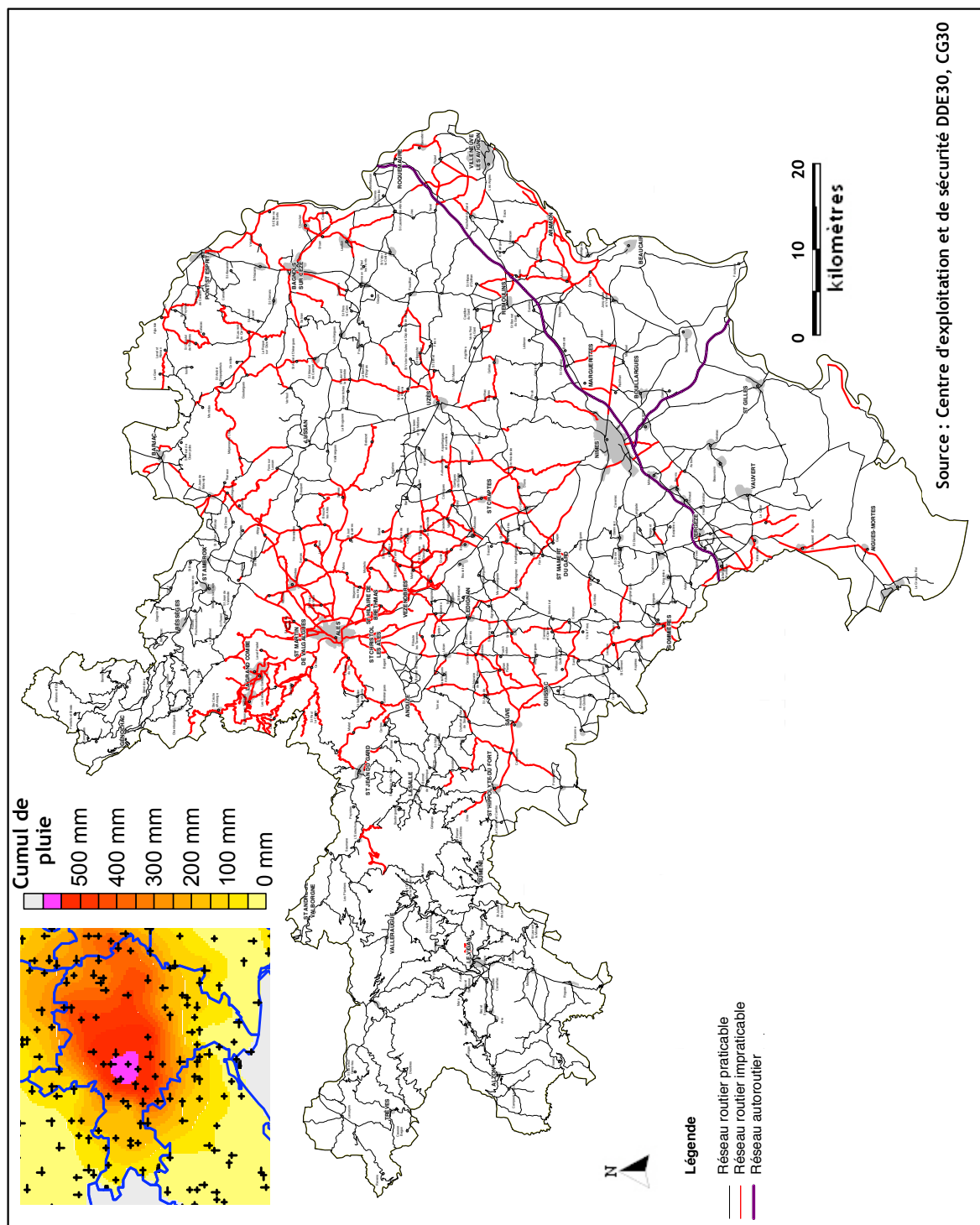


FIGURE 2.14 – Carte du niveau de coupures maximal constaté lors de l'événement exceptionnel des 8 et 9 septembre 2002. En encart, figure la carte du cumul des pluies sur l'ensemble de l'événement dans le Gard. Source : DDE30, CG30 et Neppel (2003).

par le P.I.C.H. (ne concernant que le nord ouest du département) peuvent être complétés par les coupures recensées lors des événements de 2003, 2004 et 2005 (figure 2.15).

La carte présentant la synthèse des sections coupées permet de repérer plusieurs secteurs fragiles vis-à-vis du risque de submersion. Il s'agit en particulier du secteur situé au sud de l'autoroute de Nîmes, du secteur localisé entre le Vidourle et la RN106 au niveau de la Gardonnenque puis de quelques tronçons plus isolés au nord-est d'Alès, dans la digitation ouest du département et dans la zone aval du bassin de la Cèze.

Que ces routes soient régulièrement coupées ne suffit pas à définir le risque, il reste à évaluer l'exposition associée aux pratiques de mobilité dans le Gard.

2.4.2 Augmentation de l'exposition liée à la mobilité

Durant les années 90, la mobilité exprimée en nombre de déplacements quotidiens a cru, selon les agglomérations, de 10 % à 20 % en dix ans avant de se stabiliser. La longueur des déplacements continue de croître et l'utilisation de la voiture s'est développée au détriment de la marche à pied et surtout des deux roues jusqu'à atteindre la stabilisation actuelle. Ainsi, la progression du taux de motorisation est confirmée par l'analyse de critères tels que l'évolution du parc de voitures particulières et commerciales âgées de moins de 15 ans (DRE Languedoc-Roussillon). Entre 1983 et 2005, la région Languedoc-Roussillon a vu son parc automobile progresser de 54% avec les progressions les plus fortes enregistrées dans l'Hérault (+63 %), dans les Pyrénées Orientales (+56 %) et dans le Gard (+49 %). Ce dernier département se situe ainsi en deuxième position, derrière l'Hérault, en nombre de voitures (Figure 2.16). De plus, si l'on veut se faire une idée de la quantité de personnes concernées par les coupures du réseau routier, il faut non seulement tenir compte de l'évolution du parc automobile mais il est aussi nécessaire de considérer le nombre de personne par véhicule. Ainsi, le taux d'occupation moyen constaté en Languedoc-Roussillon est compris 1,45 et 1,60 personnes par véhicule en fonction du type de trajet parcouru. Les courtes distances (< 50 km) sont plutôt effectuées dans le cadre de trajets domicile-travail, domicile-courses ou domicile-études et sont généralement caractérisées par les taux d'occupation les plus faibles.

L'augmentation des déplacements est aussi perceptible à l'examen de l'évolution des flux routiers. À l'échelle du Languedoc-Roussillon, en 2004 ce sont 310 000 trajets enregistrés par jour entre les principaux pôles urbains, soit une progression de près de 15 % par rapport à 1999 (Chiffres DRE L.R., Observatoire Régional des Déplacements Interurbains). Les plus fortes relations entre pôles urbains (plus de 5 000 déplacements quotidiens) font apparaître Nîmes comme l'un des noeuds de distribution des flux au sein de la région Languedoc-Roussillon. En effet, la ville est l'un des pôles de 6 liaisons bipolaires totalisant 48 020 trajets (dans les 2 sens) par jour,

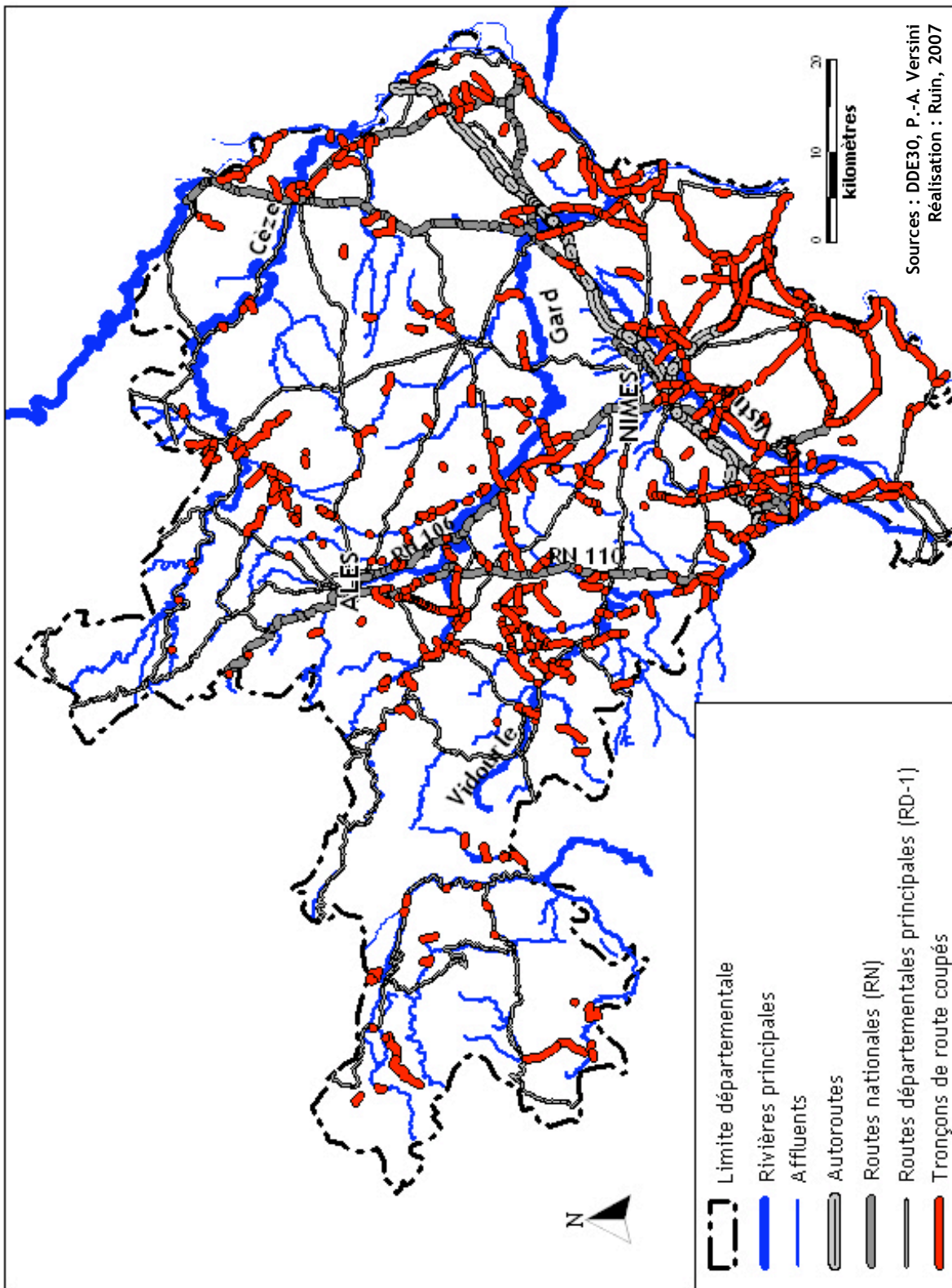


FIGURE 2.15 – Carte des tronçons de routes les plus fréquemment coupées dans le Gard. Source : Ruin d'après données du P.I.C.H., données coupures épisodes pluvieux 2003, 2004, 2005, DDE30.

2.4. Variabilité spatio-temporelle de l'exposition des usagers de la route

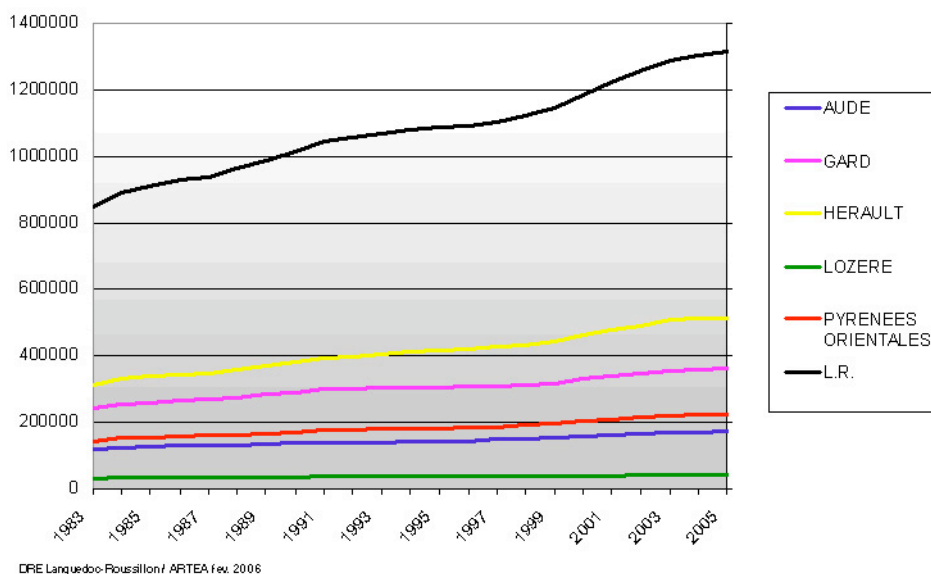


FIGURE 2.16 – Évolution du parc automobile en Languedoc-Roussillon entre 1983 et 2005. Source : DRE L.R., ARTEA, Observatoire régional des transports.

soit plus de 15 % des trajets journaliers en Languedoc-Roussillon. Dans le Gard, il existe deux zones de déplacement particulièrement importantes, l'une faisant partie de l'arc méditerranéen de Narbonne à Nîmes avec son prolongement vers Alès ou vers Avignon, Arles ou Marseille et l'autre au niveau du Gard rhodanien, dans le quadrilatère formé par les pôles de Nîmes, Beaucaire-Tarascon, Avignon et Pont-Saint-Esprit. Ces axes concernent principalement des déplacements de moyenne distance (inférieurs à 50 km) qui se font dans 75 % des cas par routes nationales et départementales beaucoup plus sensibles aux aléas que le réseau autoroutier.

En ce qui concerne les trajets domicile-travail, appelés migrations alternantes, selon les statistiques issues du recensement INSEE de 1999, le Gard est le département de Languedoc-Roussillon qui affiche le plus faible pourcentage de population travaillant dans la commune de résidence (46 % contre 49 % en moyenne), la plus grande distance moyenne parcourue (10,1 km contre 9,2 km en L.R.) et le plus fort taux d'utilisation de la voiture (74,6 % contre 73,2 % en moyenne). Les déplacements piétons représentent 9,1% et les transports en communs 12,8 % des modes de transport dans le département. Dans le Gard comme en Languedoc-Roussillon, la distance moyenne des migrants alternants a progressé de 20 % entre 1990 et 1999. Ce sont les actifs vivant dans les couronnes périurbaines qui parcourent les distances les plus grandes pour les déplacements domicile-travail (13 km en 1982, 14 km en 1990 et 15 km en 1999).

Ces chiffres indiquent donc une augmentation des flux routier dans le Gard mais aussi des distances parcourues quotidiennement pour se rendre au travail et une prépondérance de l'utilisation des routes nationales et départementales pour ces trajets. Ces évolutions ont des conséquences

directes en termes d'exposition. En effet, au regard des circonstances des décès déjà évoquées, il apparaît clairement qu'une bonne partie des victimes de crues rapides ont été frappées par ces événements dans le cadre de leurs déplacements habituels notamment lors de leurs trajets domicile-travail (Coates, 1999 ; Ruin et Lutoff, 2004). Or, dans le Gard, ces déplacements sont d'autant plus susceptibles d'être à l'origine d'une exposition forte, qu'ils concernent de plus en plus d'usagers de routes nationales et départementales plus sensibles aux coupures et que, la longueur des itinéraires parcourus augmentant, ceux-ci ont plus d'occasions d'emprunter un tronçon sujet à coupure.

Si l'exposition liée à la mobilité est globalement en augmentation dans le Gard, elle subit néanmoins des fluctuations circadiennes, hebdomadaires et saisonnières très importantes sur lesquelles nous allons nous attarder maintenant.

2.4.3 Les rythmes de l'exposition

L'exposition des populations est dynamique puisqu'elle évolue au fil des années, comme nous venons de le démontrer mais elle est aussi marquée par des temporalités à plus court terme, celles de la vie quotidienne et des saisons touristiques qu'il est nécessaire de prendre en compte dans l'analyse de la vulnérabilité humaine aux crues rapides.

a. Rythmes quotidiens

Les rythmes quotidiens qui nous intéressent en termes d'exposition aux crues rapides concernent les temps de transport (migrations alternantes et autres trajets) et la répartition des temps de trajet au cours de la journée et de la semaine. Ainsi, l'enquête Emploi du temps réalisée par l'INSEE entre février 1998 et février 1999 auprès de 16 000 français de plus de 15 ans examine la répartition sur 24 heures des quatre temps principaux au sein d'une journée moyenne, c'est-à-dire rapportée aux sept jours de la semaine. L'un de ces quatre temps concerne le temps professionnel et de formation qui comprend le temps de travail, le temps d'étude et le temps consacré aux trajets domicile-travail. Il apparaît à l'issue de cette enquête qui ne prend pas encore en compte les effets du passage aux 35 heures, qu'une personne active en région Méditerranée, consacre en moyenne en 1999, 8h20⁹ par jour travaillé (35 % du temps sur 24 h) à ce temps professionnel¹⁰, dont 57 minutes en moyenne sont consacrées aux trajets domicile-travail.

En semaine, les trajets professionnels concernent 42 % de la population, chaque usagers passant en moyenne 61 minutes par jour dans les transports. Le week-end ce temps de trajet

9. Temps par « pratiquant ».

10. Comprend le temps de travail sur le lieu de travail, les pauses (hors pause déjeuner, le trajet domicile-travail).

2.4. Variabilité spatio-temporelle de l'exposition des usagers de la route

	% pratique	Temps/pratiquant (mn)	Temps moyen	facteur de fluctuation
Trajets professionnels				
Semaine	42%	61 mn	26 mn	72% des actifs, 15% des inactifs
Week-end	9,50%	49,5 mn	4,5 mn	15% des actifs, 3% des inactifs
Trajets non professionnels				
Semaine	50%	62 mn	31 mn	49% des actifs, 52% des inactifs
Week-end	57,50%	1h20	46 mn	61% des actifs, 54% des inactifs

TABLEAU 2.2 – Répartition hebdomadaire des temps de trajet professionnels et non professionnels en France. Sources : Ruin, d'après les données de l'enquête Emploi du temps, 1998-1999, INSEE.

professionnel ne concerne plus que 10 % de la population et les temps de transport sont réduits à 50 mn/jour par usager (Tableau 2.2).

Le temps de trajet non professionnel n'est pas à négliger en matière d'exposition puisqu'il concerne 50 % de la population en semaine pour une durée par usager de 62 mn/jour. Le week-end 57 % de la population effectue des trajets non professionnels qui durent en moyenne 1 h 20/jour. Les actifs sont plus nombreux à effectuer des trajets non professionnels le week-end (61 %) que la semaine (49 %) alors que les inactifs répartissent leurs déplacements non professionnels aussi bien la semaine que le week-end.

Ces chiffres recueillis au niveau national varient légèrement dans les départements méditerranéens. Sur ces territoires, les trajets professionnels concernent moins de « pratiquants » et leurs temps de trajet sont en général plus courts. Les trajets non professionnels rassemblent quant à eux plus de « pratiquants » que la moyenne française. Le temps moyen¹¹ de trajet sur l'ensemble de la semaine en Méditerranée est de 15 mn/jour contre 20 mn/jour en France et le temps de trajet non professionnel est, lui, de 39 mn/jour contre les 36 mn/jour de moyenne nationale.

À l'échelle nationale, une étude portant sur les horaires de travail montrent que 80 % du temps professionnel se concentre sur la plage horaire 9 h-19 h, les jeunes et les plus diplômés commençant à travailler plus tard le matin et finissant plus tard le soir (Chenu, 2002). Selon cet auteur (figure 2.17), c'est particulièrement apparent pour la tranche du petit matin, de 5 h à 9 h : les moins diplômés y effectuent 15 % du total de leurs heures, les titulaires d'un diplôme supérieur au baccalauréat, 7 % seulement. De la même manière, les cadres et assimilés sont peu matinaux, à l'opposé des employés et ouvriers non qualifiés (Tableau 2.3).

Au regard de ces chiffres, il s'avère qu'en semaine 92 % de la population effectuent des dé-

11. Le temps moyen est égal au produit du temps par « pratiquant » par le taux de pratique.

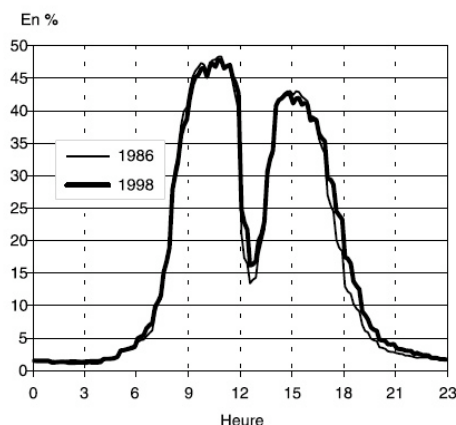


FIGURE 2.17 – Horaires de travail effectués par les salariés sur leur lieu de travail (hors domicile). Sources : Chenu (2002), d'après les données de l'enquête Emploi du temps, 1998-1999, INSEE.

placements qui leur prennent environ 1 h/jour. Le week-end 67 % de la population est mobile et le temps de trajet moyen est plus long qu'en semaine. Ainsi, si l'exposition liée à la mobilité est la plus forte en semaine, elle est aussi plus facilement prévisible dans le temps et dans l'espace puisque le travail à destination et horaires fixes constitue la majorité des motifs de déplacement. Le week-end l'exposition reste importante aussi bien à cause du nombre de personnes concernées qu'en raison de la longueur des trajets. Cependant, les horaires de déplacement et les destinations sont moins prévisibles puisque les motifs sont variables (visite des proches, besoins physiologiques et loisirs) et peu soumis à des contraintes horaires. D'un autre côté, nous pouvons faire l'hypothèse que ces horaires de déplacement pendant le week-end sont aussi plus flexibles et qu'ils peuvent être plus facilement modulables en cas d'annonce d'événement météorologique potentiellement dangereux. Au contraire les déplacements professionnels peuvent être considérés comme moins flexibles, surtout pour les catégories socio-professionnelles les moins qualifiées. En effet, selon Chenu (2002), les ouvriers et employés les moins qualifiés sont moins nombreux que les cadres à déclarer pouvoir interrompre leur travail en dehors des pauses éventuellement prévues et à pouvoir s'absenter plusieurs heures pendant leur travail. Les réponses des employés et ouvriers qualifiés et des professions intermédiaires se situent entre celles des deux catégories précédemment évoquées.

Ces rythmes quotidiens et hebdomadaires concernent principalement la population gardoise, cependant le département étant fortement soumis aux flux touristiques, il est aussi nécessaire de s'intéresser aux rythmes saisonniers.

2.4. Variabilité spatio-temporelle de l'exposition des usagers de la route

	Semaines normales		Horaire hebdomadaire		Tranche horaire (en %)						
	Part des semaines (en %) (1)	Structures (en %)	Moyenne (h/sem.)	Écart-type	Nuit (23 h-5 h)	Petit matin (5 h-9 h)	Matin (9 h-11 h 30)	Midi (11 h 30-14 h)	Début d'après-midi d'après-midi	Fin d'après-midi 16 h 30-19 h)	Soirée (19 h-23 h)
Homme	81,4	64,4	45,2	13,0	2,6	12,6	24,4	15,5	22,0	16,0	6,9
Femme	78,5	35,7	41,2	10,7	1,2	9,2	25,8	17,7	23,6	16,6	5,9
Moins de 30 ans	78,9	19,7	42,0	10,9	2,8	11,3	24,3	16,4	22,5	15,9	6,9
30 à 49 ans	80,7	59,6	43,7	12,2	2,1	11,3	25,1	16,4	22,6	16,1	6,3
50 ans et plus	80,5	20,6	45,6	13,6	1,7	11,9	24,8	15,7	22,1	16,8	7,0
Sans diplôme, CEP, sans réponse	83,5	20,2	43,8	13,6	2,9	15,0	24,5	15,9	20,9	14,0	6,8
CAP, BEP	80,5	40,6	43,7	12,1	2,3	13,3	24,8	16,0	22,1	15,4	6,1
Baccalauréat au plus	79,2	13,5	43,5	11,8	2,2	9,7	25,1	16,3	23,2	17,1	6,5
Diplôme supérieur au baccalauréat	78,2	25,7	43,9	12,1	1,3	6,6	25,2	16,9	24,0	19,0	7,0
Salarié de la Fonction publique	70,6	20,0	39,6	10,6	2,5	10,6	26,4	17,3	23,4	14,0	5,8
Salarié d'un grand étab. (plus de 500 sal.)	81,0	13,2	40,8	8,5	2,9	11,6	24,2	17,3	23,4	14,7	6,0
Salarié d'un étab. de 10 à 499 salariés	82,0	37,0	42,1	9,2	2,4	12,8	25,0	16,3	22,9	15,2	5,5
Salarié d'un petit étab. (moins de 10 sal.)	84,1	17,6	45,4	12,1	1,6	9,5	25,3	16,0	23,2	18,4	6,1
Non salarié	87,7	12,2	56,7	17,2	1,1	11,6	23,1	14,6	19,1	19,8	10,9
Cadres et assimilés	79,2	13,2	45,1	11,6	0,7	6,8	25,1	16,7	24,0	19,9	6,8
Professions intermédiaires	74,4	20,4	41,7	9,8	1,9	9,2	25,8	16,8	24,4	16,5	5,4
Employés et ouvriers qualifiés	80,8	34,9	40,4	8,5	3,2	13,2	25,8	16,4	23,3	13,4	4,8
Employés et ouvriers non qualifiés	81,5	19,1	41,6	10,2	2,4	14,3	24,2	16,9	21,4	14,5	6,3
Ensemble	80,3	100,0	43,8	12,3	2,1	11,5	24,9	16,3	22,5	16,2	6,5

1. 5 283 répondants travaillant à temps plein ont fourni un semainier. 4 224 semainiers décrivent une semaine de travail normale. La collecte de l'enquête *Emploi du temps* s'étale sur une année, mais est interrompue durant deux semaines fin décembre-début janvier, et deux semaines début août.

Lecture : 2,1 % en moyenne des actifs occupés à temps plein travaillent de nuit (pour la définition du travail de nuit, voir encadré 2).

Champ : actifs occupés à temps plein et décrivant une semaine normale de travail.

Source : enquête Emploi du temps, 1998-1999, Insee.

TABLEAU 2.3 – Répartition du temps de travail par tranches horaires et catégories socio-démographiques. Sources : Chenu, 2002, d'après les données de l'enquête Emploi du temps, 1998-1999, INSEE.

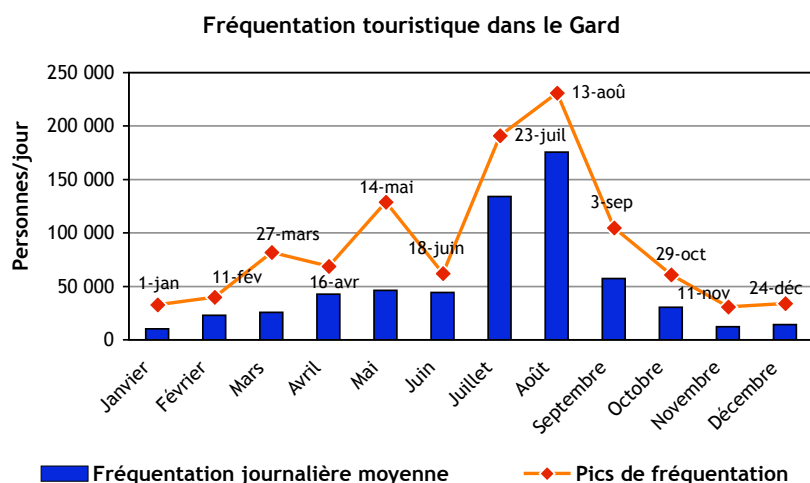


FIGURE 2.18 – Distribution mensuelle de la fréquentation journalière dans le Gard en 2005. Source : Ruin d'après les données du Comité Départemental du Tourisme du Gard.

b. Rythmes saisonniers

Les rythmes saisonniers sont marqués par une variation importante de la fréquentation touristique du département. Ainsi, les mois d'automne, de septembre à décembre, connus comme les plus propices aux crues, affichent 3 465 000 nuitées, soient 18 % de la fréquentation annuelle. Il faut également signaler l'affluence maximale du mois d'août (29 % des nuitées) qui peut être, dans une moindre mesure, affectée par les crues. En matière de fréquentation journalière, le mois de septembre est le plus fréquenté hors saison avec 57 200 visiteurs en moyenne par jour. Il est suivi du mois d'octobre. Les mois de novembre, décembre et janvier sont ceux qui enregistrent l'activité la plus faible. La fréquentation journalière moyenne sur ces mois d'automne atteint 28 530 personnes/jour. De plus, chaque année, le Comité départemental du tourisme met en évidence des pics de fréquentation journalière qui touchent notamment la période des inondations. Ainsi certains jours, à l'exemple du 3 septembre et du 29 octobre 2005, totalisent respectivement 105 000 et 61 000 visiteurs (figure 2.18). Il faut noter, par ailleurs, que pour l'année 2004-2005, 91 % des visiteurs du Gard se sont déplacés en voiture venant ainsi augmenter le flux routier dans le département.

Si la croissance démographique, associée à l'augmentation de la proportion de résidents en zone inondables sont des indicateurs préoccupants, la forte progression des flux routiers et des temps de transports quotidiens apparaissent eux aussi comme la source d'une exposition accentuée face aux crues rapides. De plus, ce type d'exposition est, par nature, variable dans le temps (au gré des rythmes professionnels et saisonniers), mais elle est aussi dynamique dans l'espace, ce qui rend sa gestion particulièrement complexe. D'autant que l'exposition associée aux pratiques de mobilité ne figure pas pour l'instant dans les priorités des politiques publiques de prévention des risques, qui se focalisent prioritairement sur le zonage réglementaire en matière d'urbanisme.

On peut donc légitimement se demander si les populations, toujours plus nombreuses, circulant sur les routes du Gard identifient la menace qu'elles encourent ? Cette question est l'une de celles qui se posent à nous dans l'évaluation de la vulnérabilité et à laquelle nous tâcherons de répondre dans la partie suivante.

Conclusion

Dans le Gard, la menace des crues rapides refait surface à la fin de chaque été, l'automne marquant le début de la saison des pluies intenses susceptibles de générer des crues rapides dans la région. Avec un territoire situé entre la Méditerranéen et les montagnes cévenoles, le département est particulièrement propice aux processus convectifs à l'origine des plus fortes intensités pluviométriques. Cette configuration associée à une topographie accidentée facilite la concentration rapide des écoulements. Si seul 19 % du territoire est inondable, 37 % de la population est concernée par le risque d'inondation sur son lieu d'habitation. Et cela sans compter une démographie en hausse, augmentée d'un accroissement de la population touristique aux périodes où les crues sont les plus fréquentes. De plus, au regard des données de mobilité et de l'exposition des axes routiers dans le Gard, l'exposition associée aux déplacements en période de crue est en constante augmentation depuis 20 ans. Ainsi, dans le Gard comme en Languedoc Roussillon, 40 % des décès lors de crues rapides peuvent être associés à l'utilisation d'un véhicule pendant la crise.

Au regard des observations précédentes, il semble que les populations du Gard, qu'il s'agisse des résidents ou des personnes en visite dans le département, soient particulièrement exposées à l'aléa crues rapides, notamment à l'occasion de leurs déplacements sur le réseau routier. Cependant, comme nous l'avons souligné au chapitre 1, « exposition » n'est pas synonyme de « risque ». Pour passer de l'un à l'autre, il convient de prendre en compte la vulnérabilité des individus qui peut être fonction de nombreux facteurs que nous cherchons à déterminer dans le cadre de cette thèse.

Conclusion

La problématique des crues rapides est délicate à appréhender. La première difficulté consiste à définir le phénomène. Ainsi, si aucune définition précise n'existe, nous avons pu lister un certain nombre de spécificités ayant des implications importantes en termes de vulnérabilité et de prévention. Il s'agit en priorité du caractère soudain et violent du phénomène qui est la résultante des gammes d'échelles spatiales et temporelles mobilisées. En matière de vulnérabilité, ces phénomènes, souvent très localisés, affectent peu de personnes. Par contre ils figurent au rang des événements naturels les plus meurtriers. Ils touchent en particulier des personnes en déplacement au moment de la crise, soit dans le cadre de leurs activités quotidiennes, soit dans le cadre de pratiques en rapport avec l'événement.

L'enjeu humain des crues rapides, dans le Gard comme ailleurs, n'est pas en passe de diminuer si le problème de la vulnérabilité des populations n'est pas reconnu comme l'une des priorités des années à venir. La prise de conscience est en cours, mais jusqu'à présent, en ce qui concerne les crues rapides, le levier permettant de diminuer le nombre de décès n'a pas encore été identifié. En France, les politiques de prévention des risques reposent sur trois axes : (i) la protection utilisant des mesures structurelles pour limiter l'aléa, (ii) le zonage réglementaire ayant surtout un impact sur l'urbanisation à venir et enfin (iii) l'alerte et la gestion de crise tâchant de gérer le risque résiduel. En ce qui concerne le risque de crue rapide, il est quasiment impossible d'agir sur l'aléa. S'il est nécessaire de poursuivre les efforts réglementaires pour limiter ou adapter l'urbanisation des zones inondables, il est clair que cela ne réglera pas le problème de la vulnérabilité déjà existante et notamment le problème de la vulnérabilité des personnes mobiles. Ainsi, dans le cas des crues rapides, la réduction de l'enjeu humain passe inévitablement par une amélioration de l'alerte, prise dans son acception la plus large (Montz et Grunfest, 2002). En effet, une alerte efficace commence avec la détection du phénomène et se termine par une réaction appropriée de la population concernée par la menace.

Au regard de ces objectifs, de nombreux progrès ont été réalisés ces dernières années en matière d'observation et de prévision météorologique. Cependant les caractéristiques des bassins versants sont au moins aussi importantes pour déterminer la nature des écoulements (Kelsch *et al.*, 2001). Or, même si les réseaux d'observation hydrologique se sont eux aussi étendus et

favorisent l'assimilation des données, les bassins les plus rapides sont les plus difficilement jaugables et restent donc délicats à modéliser. Ainsi, malgré des avancées technologiques la prévision hydro-météorologique reste entourée d'incertitudes associées à la complexité des processus générateurs des crues rapides. À l'autre bout de la chaîne d'alerte, les efforts en matière de prévision n'ont d'intérêt que s'ils sont accompagnés d'efforts pour comprendre comment l'alerte est reçue et interprétée et quel impact elle a sur le comportement des populations. Dans ce domaine, les incertitudes sont nombreuses. Ainsi, si les progrès en matière de prévision permettent une meilleure précision et anticipation des alertes, nous disposons de peu d'éléments pour évaluer si cela a des conséquences (positives ou non) sur les réactions des populations. De plus, même s'il existe une littérature abondante sur la perception des risques naturels, les crues rapides sont suffisamment différentes des autres phénomènes (notamment à cause de leur dynamique et de leurs conséquences) pour que de nouvelles stratégies soient requises. Ainsi, Montz et Grunfest (2002) soulignent l'intérêt de conduire des investigations sur la façon dont les individus appréhendent ce phénomène et sur leur conscience de l'importance du facteur temps dans l'adoption de comportements appropriés. La recherche sur les crues rapides doit donc adopter une approche pluri-disciplinaire permettant d'identifier la façon dont les changements dans l'un des domaines peuvent influencer l'ensemble du système. Cette thèse focalisée sur un objectif de réduction de la vulnérabilité humaine s'inscrit justement dans cette perspective interdisciplinaire et intégrée.

Deuxième partie

La représentation des risques au quotidien

Introduction

DE nombreux travaux de recherche se sont attachés à recenser les facteurs des comportements individuels et notamment à comprendre le rôle de la perception et de la représentation des risques dans les comportements. Cependant, les phénomènes à dynamique rapide tels que les crues « éclair » posent un problème complexe en terme d'alerte et d'efficacité de la réponse par le public. En effet, la difficulté d'élaboration d'un système d'alerte capable de détecter et d'avertir à temps de la survenue de précipitations susceptibles de déclencher des crues rapides dévastatrices n'est qu'en partie responsable des accidents mortels associés à ce type d'aléa. L'efficacité des réponses des populations aux alertes (quand elles existent), ou des réactions face au danger, est elle aussi conditionnée par les nombreuses incertitudes temporelles et spatiales associées au phénomène de crues rapides et par l'interprétation qu'en font les individus concernés.

Nous proposons de développer ici une approche quantitative¹² tirant partie des nombreuses études sur les perceptions du risque et les représentations spatiales avec l'objectif de confronter les réalités physiques singulières des crues rapides dans le Gard aux représentations qu'elles engendrent et à la perception du danger qu'elles suscitent dans différentes situations. Le second apport de cette partie consiste à traiter spécifiquement des mobilités qui sont l'une des principales causes de mortalité associée aux crues rapides. Il nous semble que le problème des mobilités symbolise à lui seul toute la complexité spatio-temporelle de ce type de risque. En effet, comment aborder un risque dont la zone d'extension est difficilement délimitable et géographiquement dispersée au niveau d'un nombre considérable de très petits bassins versants, dont la dimension temporelle (vitesse d'occurrence) est variable en fonction de la localisation (taille du bassin versant), alors que les enjeux sont, eux, mobiles dans le temps et l'espace ? Ainsi, au-delà de la difficulté d'évaluer l'exposition des populations sur la base de leurs déplacements quotidiens, il convient par ailleurs de prendre en compte les représentations individuelles vis-à-vis du risque que ces déplacements représentent. En effet, tenant compte de la relation entre représentation et action, rappelée par de nombreux auteurs (Guérin et Gumuchian, 1985 ; Kitchin, 1994), il nous paraît indispensable d'acquérir une meilleure connaissance des représentations des automobilistes puisque celles-ci conditionnent en partie les choix de déplacements en période de crise. Il s'agira

12. Selon la classification proposée par Léone et Vinet (2006) et rappelée dans la section 1.4

donc de partir de la réalité du risque hydro-météorologique, pour envisager la façon dont les individus interprètent ses caractéristiques, notamment dans le contexte de leur itinéraire habituel afin d'évaluer la perception du danger qui peut en résulter en fonction des circonstances.

Dans cet objectif, nous commencerons par rappeler les théories issues des disciplines sociologique, anthropologique, psychologique et géographique en nous interrogeant notamment sur les relations entre « perception » et « représentation » du risque, deux termes souvent utilisés de manière indistincte malgré leur différente sémantique. Cette première étape théorique nous conduira à l'élaboration de méthodes d'enquêtes destinées à comprendre les représentations des populations du Gard. Deux méthodes complémentaires ont été successivement mises en oeuvre : l'enquête quantitative par questionnaires s'intéressant aux représentations des crues rapides d'un point de vue général, suivie d'une enquête par carte mentale ciblant les déplacements habituels et les représentations spatiales associées. Les chapitres 3 et 4 traiteront respectivement de la mise en oeuvre de ces différentes méthodes et des résultats que nous en avons dégagés.

Chapitre 3

Des perceptions sociales aux représentations du risque de crue rapide

Les comportements individuels en situation d'urgence et d'incertitude sont le résultat de processus mentaux conscients ou inconscients, qui aboutissent à une prise de décision et à la mise en oeuvre (ou non) d'actions d'adaptation à la situation. Dans ce domaine, des études menées par différents spécialistes des sciences sociales ont débouché sur l'élaboration de modèles de prise de décisions reliant les différents facteurs de comportement aux différents choix d'adaptation des individus à un environnement naturel potentiellement dangereux. Ces modèles, quelle que soit la discipline, font tous appel au concept de « perception du risque » comme l'un des facteurs essentiels conditionnant la recherche de solutions adaptatives (Kates, 1971 ; Burton *et al.*, 1978 ; Slovic *et al.*, 1984 ; Perry, 1994 ; Mileti, 1995). Cependant, ce concept semble fréquemment utilisé pour définir des processus différents en fonction de la discipline dans laquelle il est étudié.

Ce chapitre propose donc de clarifier les différentes acceptions que nous attribuons aux termes de « perception » et de « représentation » et de s'inspirer des différentes théories des sciences sociales pour construire notre méthode de diagnostic des représentations du risque de crue rapide dans le Gard. Ce diagnostic a fait appel à deux types de méthode d'enquête par interview directe : l'une sur la base de questionnaires détaillés, et la seconde basée sur la réalisation de carte mentale. Ainsi, nous expliciterons dans ce chapitre les modes opératoires utilisés pour collecter et traiter les données qui serviront à notre évaluation des vulnérabilités comportementales dans le Gard.

3.1 De la théorie...

Depuis le début de ce mémoire, nous n'avons guère fait de distinction entre les termes de « perception » du risque, largement usités chez les psychologues et sociologues, de même que dans l'abondante littérature anglophone qui traite du sujet, et celui de « représentation » généralement préféré par la géographie française. Cette partie théorique se propose donc de combler cette lacune avant d'en venir à des considérations plus pratiques.

3.1.1 La perception sociale des risques

Pour préciser ce que l'on entend par l'expression « perception du risque » nous pouvons citer la définition qu'en donne le psychologue Slovic (1987) « *Judgements people make when they are asked, in a variety of ways, to evaluate and to characterize hazardous activities, substances, and technologies* ». Dans ce domaine, les recherches s'attachant aux « peurs collectives » ont fait l'objet de nombreux travaux en sciences sociales notamment dans les disciplines de la psychologie cognitive et expérimentale, la sociologie et l'anthropologie sociale. Ces recherches s'intéressent en particulier au contexte d'incertitude afin de comprendre pourquoi l'absence de connaissance pour qualifier un phénomène menaçant n'empêche pas que celui-ci soit considéré comme un risque pour soi ou pour la société. Ces études partent du principe que la majeure partie de l'expérience du risque n'est pas tellement le résultat de dommages réellement subis mais plutôt d'un processus par lequel les individus ou les groupes apprennent à acquérir ou à créer des interprétations de l'aléa. Ces interprétations fournissent des règles permettant de sélectionner, d'ordonner et souvent d'expliquer les signaux venant de l'environnement physique (Renn, 1995).

Ainsi, pour comprendre comment les individus perçoivent un risque, il convient d'abord de s'intéresser à la façon dont l'information disponible est filtrée de manière plus ou moins consciente. Selon Renn (1995) l'homme peut utiliser deux stratégies de traitement de l'information : la « *central route* » qui est empruntée quand la personne est très motivée par le contenu du message, et la « *peripheral route* » qui est utilisée lorsque le sujet est moins enclin à traiter chaque argument. Dans le premier cas, l'individu vérifie la probabilité que chaque argument du message soit vrai et il leur attribue un poids en fonction de son parcours personnel. Dans le second cas, il juge l'ensemble du message sur son aspect général (couleur, papier, graphisme...).

Une fois le message reçu, un processus appelé « *intuitive heuristics* » aide le receveur à faire des déductions à partir d'informations issues de probabilités. Les résultats, qui paraissent les plus intéressants pour notre étude des processus de décision en temps de crise, indiquent que les individus présentent une aversion au risque si les pertes en jeu sont importantes et un goût pour le risque si les gains en jeu sont élevés. De plus, le risque de perte est ressenti plus durement qu'un

risque de gain équivalent (Kahneman et Tversky (1979) cité par Renn (1995)). D'autres études plus approfondies de la perception des probabilités (généralement réalisées en laboratoire donc hors contexte familial) font apparaître quatre types de biais intuitifs dans la façon dont les gens perçoivent les probabilités :

- les événements qui viennent à l'esprit en premier semblent plus probables que les autres,
- les probabilités sont ajustées aux informations disponibles ou à la perception de leur signification,
- les événements dont on a déjà eu l'expérience ou qui sont associés à des propriétés particulières sont plus représentatifs que ceux décrits par leur fréquence,
- afin d'éviter la dissonance cognitive, les informations qui vont à l'encontre de probabilités perçues déjà ancrées dans un système de croyance sont ignorées ou minorées.

Renn (1995) souligne néanmoins qu'en situation réelle, l'expérience et la familiarité avec le contexte apportent des informations complémentaires pour former son jugement.

D'autres études effectuées en psychologie cognitive et sociale à partir de la fin des années 70, montrent que les individus apprécient moins le risque sur des critères quantitatifs que sur des critères qualitatifs. L'étude de ces facteurs subjectifs ont donné naissance au « Paradigme psychométrique » (Fischhoff *et al.*, 1978 ; Slovic, 1987). Celui-ci montre que la perception et l'acceptabilité du risque apparaissent significativement associées à un nombre limité de déterminants propres au risque considéré. Il s'agit en particulier (i) des bénéfices que l'activité ou le produit à risque procure à la collectivité, (ii) du nombre de victimes qu'il engendre en moyenne chaque année, (iii) du nombre de victimes qu'il peut produire dans une année catastrophique et enfin, (iv) de neuf critères qualifiant la nature du risque lui-même. Ces critères étudiés par le biais d'analyses factorielles, s'avèrent finalement reliés selon deux facteurs : d'une part la peur qu'ils suscitent « *dread risk* » et d'autre part, le niveau de connaissance qui leur est associé « *unknown risk* ». Le premier facteur est caractérisé par une perception associée à son niveau de contrôle, d'angoisse, de potentialité catastrophique, de conséquence fatale et de répartition inégale des impacts et le second tient à son observabilité, sa familiarité, sa nouveauté et sa potentialité d'effets retardés. Sur la base de ces critères, il est possible de comparer différents types de risques selon le niveau de perception qu'ils suscitent. Ainsi pour les orages et les crues, le risque est généralement perçu comme faible à modéré en fonction du public interrogé (figure 3.1). Pour Slovic et ses collègues, ces critères tendent à structurer de manière systématique la manière dont les individus perçoivent et réagissent au risque. Ainsi plus un risque est perçu comme effrayant et inconnu ou incompréhensible, plus les populations souhaiteront qu'il soit réduit. Un autre élément intéressant mis en valeur par ces études considère la différence d'appréciation du risque entre les profanes et les experts, ces derniers ayant plutôt tendance à évaluer le risque de façon réductrice sur la base de critères objectifs et quantifiables, tels que la mortalité moyenne.

Les facteurs sociaux sont aussi de nature à influencer les perceptions du risque. Ainsi, l'ap-

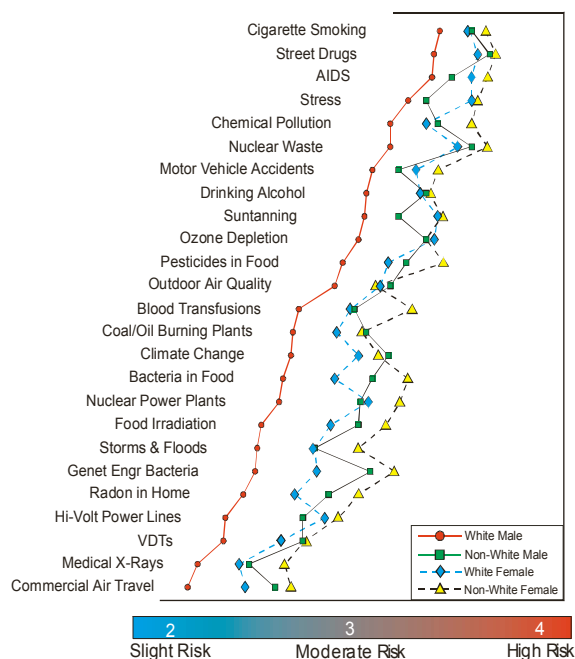


FIGURE 3.1 – Niveaux de perception du risque selon le genre et l'ethnie pour différents types d'aléa. Source : Flynn, Slovic et Mertz (1994) cités dans (Raude, 2007).

proche socioculturelle et en particulier les travaux développés par l'anthropologue Mary Douglas s'intéressent à la détermination culturelle des perceptions (Douglas et Wildavsky, 1983 ; Douglas, 1992). Selon ces auteurs, choisir un mode de vie revient à choisir de courir certains risques. Ainsi notre culture nous fournit un cadre de perception spécifique qui détermine la façon dont nous appréhendons notre environnement, les informations qui nous parviennent et donc la façon dont nous évaluons le risque. D'un autre côté, nos valeurs donnent un sens aux risques qui nous entourent. Ainsi, chaque type culturel possède son propre « portefeuille de risques ». Partager les mêmes valeurs revient à partager les mêmes craintes, et inversement les mêmes certitudes. Pour étudier ces « biais culturels », Douglas (1992) a mis en évidence deux dimensions essentielles de toute organisation sociale : le degré de structuration interne du groupe (relation entre ses membres), et la façon dont le groupe se définit par rapport au reste de la société. À partir de la combinaison de ces deux dimensions, elle propose quatre idéal-types, chacun caractérisé par une attitude différente à l'égard du risque et un « portefeuille de risques » spécifique :

1. la **structure hiérarchique** (ou bureaucratique) caractérisée par une frontière marquée entre groupes sociaux et à l'intérieur du groupe, et une différenciation des statuts et des rôles. Ce type forme généralement la communauté centrale de toute société ; il édicte des règles visant à réduire l'incertitude. Les individus appartenant à ce groupe sont généralement respectueux du savoir scientifique et institutionnel. Ainsi, s'ils ont tendance à faire confiance aux autorités, ils s'avèrent plus méfiants vis-à-vis des sources informelles. Ce type fonctionne selon une organisation routinière, rigide et peu adaptable. Généralement averse,

mais aussi aveugle aux risques, ce groupe redoute particulièrement les risques d'ordre sociaux (crise politique ou économique, conflits...);

2. l'**individualisme** aux frontières peu marquées dont l'organisation est peu structurée. Ce groupe se fie généralement au savoir officiel. Il ne craint pas l'incertitude qu'il considère comme un moyen d'affirmer sa capacité et sa maîtrise. Privilégiant la responsabilisation individuelle, ils sont plutôt preneurs de risques mais redoutent cependant les risques qui pourraient entraver le fonctionnement du marché (les mêmes que le groupe 1);
3. le **sectarisme égalitaire** correspond à des petits groupes fermés, isolés de la société dont les membres entretiennent des relations égalitaires entre eux. Méfiant vis-à-vis des types 1 et 2, celui-ci préfère mobiliser ses propres ressources plutôt que de se fier à la communauté centrale et adopter des informations jugées peu crédibles par 1. Ils craignent les risques catastrophiques, irréversibles qui menacent la survie humaine;
4. l'**isolement** définit le dernier type. Les individus de ce groupe sont en position de subordination par rapport au reste de la société et sont incapables de s'organiser entre eux. Souvent caractérisés par une absence de diplômes, ils ont une opinion volatile et fantaisiste. Leur fatalisme en fait des preneurs de risque par passivité.

En complément de ces approches, il convient par ailleurs de tenir compte des facteurs sociaux susceptibles d'influencer la perception du risque. Au titre de ceux-ci, nous pouvons citer la confiance dans les institutions qui apparaît comme l'un des plus influents surtout depuis que la connaissance des risques est moins le résultat d'une expérience sensorielle personnelle que d'un apprentissage de « seconde main » (Renn, 1995). Les nouvelles technologies favorisant la détection préventive d'événements potentiellement dangereux, l'opinion publique a tendance à se reposer de plus en plus sur les institutions en matière d'information et de gestion du risque. En conséquence la crédibilité et la croyance en la performance de ces sources apparaît comme un facteur essentiel de réponse des populations. Il semble que cela puisse même compenser une perception négative du risque. Le problème de nos sociétés modernes est de fournir des preuves de confiance suffisantes. Depuis les 20 dernières années, les institutions publiques ont perdu de leur crédibilité sauf en ce qui concerne les médias d'actualité (Renn (1995)). La science a été affectée aussi, mais elle reste hautement crédible. La crise de confiance n'est pas tant liée au système qu'à la compétence et à la performance perçue.

Bien que ces aspects semblent ne pouvoir affecter les comportements en situation d'urgence que de manière plus indirecte, il apparaît que les perceptions sociales sont aussi influencées par les débats et les conflits qui s'instaurent entre les différents acteurs de l'arène sociale du risque. De même, le concept d'amplification sociale du risque s'ajoute à tous ces facteurs (Kasperson *et al.*, 2003). Cet auteur admet que la perception du risque n'est pas réductible au simple produit de sa probabilité d'occurrence et de la gravité de ses conséquences, mais qu'elle peut être amplifiée

ou atténuée par l'opinion publique. Ainsi, l'occurrence d'un aléa inconnu jusqu'à présent, et important en termes de conséquences, peut produire des effets bien au-delà du cercle des victimes directement touchées. Ces impacts indirects affectent la société en profondeur et déclenchent des réponses sociales qui aboutissent à des transformations au sein du système social.

Ces éléments de compréhension de la propension sociale à juger un risque plus ou moins important par rapport à un autre, nous paraissent des éléments intéressants à prendre en compte pour la construction d'une enquête visant à comprendre et à prévoir les comportements en temps de crise. Cependant, il apparaît que ces seuls aspects ne suffisent pas à alimenter le processus de décision individuel. En effet, ceux-ci apparaissent en quelque sorte décontextualisés de l'environnement physique et humain propre à chaque individu, de son espace vécu, de son expérience personnelle. Ces éléments sont pourtant essentiels car ils nourrissent notre image du réel, nos représentations qui sont l'un des principaux objets d'étude de la géographie humaine.

3.1.2 Vers les représentations en géographie

Pour comprendre la différence entre perception et représentation, il convient dès à présent de définir ce deuxième concept. Selon Guérin (1985) une représentation est « *une création sociale de schémas pertinents du réel* ». Hussy et Lopreno (1985) s'attachant à bien différencier l'approche psychosociale de l'approche géographique, indiquent que « *le psychologue s'attache à comprendre le mécanisme perceptif qui permet à l'espace de conscience de se nourrir, rétrospectivement et prospectivement, de l'environnement, tandis que le géographe s'attachera à l'image produite par l'espace de conscience et rendue possible par le mécanisme perceptif* ». [...] *Ainsi nous ne discutons pas le fait qu'il y ait amorce de l'image dans la perception, mais nous défendons le fait que la conscience imageante a pour condition « sine qua non » un anéantissement de la conscience perceptive* ». En effet, selon Piaget et Inhelder (1948) cités par Hussy et Lopreno (1985), la perception est un « *mécanisme qui fonctionne exclusivement en présence de l'objet par l'intermédiaire d'un champs sensoriel* ». Ainsi, même si le processus perceptif étudié par les psychologues n'est pas uniquement physiologique et tient aussi compte du milieu et de la culture, ce processus est néanmoins quasi instantané. Il contribue à emmagasiner des informations par le biais de l'appareil sensoriel, à les sélectionner, et les traiter pour en faire des déductions. Cependant, dans un second temps, lorsque l'objet n'est plus visible ou quand celui-ci est peu visible, il s'opère une véritable interprétation, reconstruction et symbolisation basées sur un apprentissage cognitif ; c'est la restitution de l'image mentale issue de ce processus que l'on peut caractériser de représentation. Avec le temps, la représentation devient moins marquée par le flux d'information ou l'émotion que les années ont fait disparaître (Paulet, 2002).

Dans le cas du risque cette définition ne va pas sans poser problème puisque le risque lui-même n'est pas un objet palpable ; ce qui l'est, en revanche, c'est d'une part le phénomène naturel,

social ou technologique qui fait peser une menace sur l'homme et d'autre part, la nature même du danger encouru. Ainsi, il est difficile de percevoir le risque si ce n'est par le biais d'une émotion issue de la représentation que l'on a du phénomène en cause, de sa dangerosité et éventuellement déclenchée par la perception de signaux extérieurs que l'on a appris à identifier. L'image mentale est donc un préalable à la perception d'un risque. Par exemple, si un individu n'a aucune idée de ce à quoi ressemble un tsunami, il sera incapable d'évaluer par lui-même le risque qu'il court à rester allongé sur la plage alors que la mer se retire. Cependant, cette image que nous construisons n'est pas qu'une somme de connaissances « produit » de notre éducation et de notre culture, elle est aussi le produit de nos expériences perceptives, elles-mêmes plus ou moins déformées par nos représentations préalables. Ces expériences perceptives ne peuvent, par ailleurs, pas être déconnectées de l'espace et du temps dans lesquelles elles ont pris place. Au regard de ces réflexions, il nous semble que la définition qui nous convienne le mieux est celle que propose Hussy et Lopreno (1985) intégrant la dimension territoriale : « [...] *l'image mentale est un ensemble de signes surgis dans l'esprit à travers l'espace-temps, instablement situés entre le réel et le symbolique, le perçu et l'imaginaire* ».

Les perceptions et donc les représentations sont ainsi liées à la position de l'individu dans l'espace, à son activité, à sa mobilité et aux objectifs qui le guident. Les représentations sont alimentées par les pratiques quotidiennes. La théorie des « coquilles de l'homme » développée par Moles et Rohmer (1998), montre que le champ spatial humain se découpe en neuf zones radio-concentriques autour de l'individu, allant du corps au Monde en passant par la pièce, le quartier, la ville... Plus la distance est grande plus la maîtrise cognitive et l'emprise sur le milieu décroissent tout en demandant un coût en effort de plus en plus grand. Cependant cette distance est relative car elle peut être augmentée par l'existence de barrières physiques ou mentales dans notre environnement (murs, frontière linguistique...) ou diminuée par un rapport affectif au lieu mais aussi par la puissance des moyens de communication actuels.

Nos représentations de l'espace sont multiples car issues de la sélection de faits à retenir en tenant compte des contraintes d'une fonction à remplir. La connaissance de l'espace est en fait une capacité à relier les lieux entre eux. Ainsi les itinéraires de déplacements constituent-ils la trame fondamentale de l'espace connu. Ainsi, de nombreux auteurs ont montré que les représentations mentales étaient adaptées à un niveau de pratique de l'espace, à un réseau d'itinéraires (Lynch, 1960 ; Gould, 1975 ; Gould et White, 1984 ; Debarbieux, 1985). Selon Paulet (2002), l'expérience personnelle accumulée le long de ces itinéraires habituels construit un savoir usuel, routinier et rudimentaire adapté aux besoins de l'action mais néanmoins contraint par des règles sociales.

La nature de l'expérience est aussi fonction du mode de transport, ainsi selon Hall (1966) « *à mesure qu'augmente la vitesse, la participation sensorielle décroît progressivement jusqu'à disparaître complètement* ». Piveteau (1990) s'est ainsi intéressé à la voiture comme « *signe et agent d'une nouvelle relation de l'homme à l'espace* ». Selon cet auteur, « *la voiture amoindrit l'homme dans son corps. Mais elle développe,*

simultanément et contradictoirement, un sentiment de surpuissance de ce corps. [...] Elle fait écran entre l'extérieur et nous. Elle assourdit des bruits du dehors, appauvrit, désémantise, artificialise notre relation à l'environnement ». Ce même auteur fait une comparaison avec la maison et identifie la paroi, la porte et la fenêtre comme des éléments identiques à la maison permettant de mettre à distance ou en contact. Elle est aussi un espace d'appartenance en plus d'être génératrice d'interaction sociale (et notamment familiale) avec les partenaires de voyage. Cependant, la voiture apparaît aussi paradoxalement comme l'antithèse de la maison car elle est l'opposé de la sédentarité, l'instrument d'évasion et en même temps que de rapatriement (Piveteau, 2006). Un travail de thèse portant sur « *l'automobile, un espace vécu comme un autre chez soi* » a également montré que « *le chez-soi automobile avait en commun avec le logement un investissement important de l'espace ainsi qu'un vécu comportemental très riche et un ressenti d'aise important. Le contrôle apparaît d'ailleurs dans cette perspective comme un élément essentiel. Il est fort, voire très fort, et donne au conducteur un sentiment de maîtrise générale de l'environnement immédiat mais également de la situation* » (Dubois, 2004).

Ce rapport entre mobilité, représentation et espace automobile fait réellement écho à notre problématique. Ainsi, les représentations du risque dans le contexte de l'espace de proximité immédiate de la résidence peuvent s'avérer bien différentes de celles acquises dans un contexte de mobilité, qui plus est associé à l'utilisation d'un véhicule motorisé. Cette différence est le résultat d'expériences sensorielles variables selon la vitesse de déplacement et le niveau de pratique. D'un autre côté, le sentiment de sécurité associé au chez-soi a souvent été évoqué par les études comportementales s'intéressant au contexte de crise. Si ce sentiment n'a pas véritablement été testé pour le véhicule personnel dans ces circonstances, nous pouvons néanmoins faire l'hypothèse que le même sentiment de confiance habite les automobilistes dans leur voiture.

Au regard des différentes théories que nous venons de présenter, il est évident qu'une étude visant à comprendre les comportements en temps de crise, ne peut faire l'économie d'une approche tenant compte à la fois des représentations et des perceptions sociales. Ainsi comme le soulignent Kiecolt et Nigg (1982), il ne serait pas pertinent de séparer l'analyse de l'environnement social, culturel et physique ; celui-ci doit être envisagé comme un système « *person-environment system* » dans lequel l'individu interprète sa situation au travers du prisme de son expérience, sa compréhension, et ses actions. Cette approche est celle que nous proposons d'adopter pour élaborer les enquêtes qui nous permettront d'étudier les représentations du risque de crue rapide dans le Gard.

3.1.3 L'apport des cartes mentales

Edward Tolman utilisa la première fois le terme de carte cognitive, en 1948, pour décrire comment ses rats, et par analogie l'humain, se comportent dans un environnement. Il affirmait

que dans notre système nerveux, il existe une carte que l'on utilise pour se guider dans nos mouvements de tous les jours, et qui se présente comme une cartographie qui évolue selon le temps d'exposition à un environnement. D'après Golledge (1999), deux écoles de pensée s'affrontent depuis la moitié du siècle dernier et encore aujourd'hui. Ceux qui estiment que les cartes cognitives sont des représentations externes de mesure et de compréhension de l'environnement plutôt qu'une représentation interne « réelle » de ce dernier (Buttenfield, 1986). Par ailleurs, une majorité de chercheurs (Golledge, 1999), affirment que le terme « carte cognitive » réfère à un réel processus de pensée interne dont la représentation externe serait le produit spatial (« spatial product »). C'est cette dernière définition que nous adopterons dans le cadre de cette thèse. Cependant, sans remettre en cause ce choix mais plutôt par souci de faciliter l'expression, nous adopterons par ailleurs les définitions de Downs et Stea (1981) pour différencier, les termes de « carte cognitive ou mentale » de ceux de « cartographie mentale ». Ainsi, selon Downs et Stea (1981), « *la carte cognitive est un produit, c'est-à-dire la représentation organisée qu'une personne a d'une partie de son environnement spatial* ». Ainsi nous emploierons les termes de « carte mentale ou cognitive » dans le sens de « produit spatial ».

La carte mentale représente donc une certaine conception du monde propre à chaque individu à un instant donné et se modifie sous l'action de l'expérience, de la connaissance et de l'apprentissage alors que « *la cartographie mentale renvoie à l'ensemble des activités cognitives ou mentales qui nous permettent de nous rappeler, et de manipuler les informations relatives à l'environnement spatial. [...] La cartographie mentale renvoie surtout à un processus d'action : c'est une activité que nous accomplissons plutôt qu'un objet que nous possédons* ». Ainsi la cartographie cognitive constitue la base des comportements spatiaux quotidiens. Elle se nourrit de nos expériences personnelles (expériences directes ou indirectes par le biais de la cartographie, la photographie, le discours...) ainsi que du flux d'informations provenant de différents médias. À ce titre, la carte mentale, représentation externe de ce processus, nous intéresse particulièrement car elle permet de comprendre comment les individus décident de se déplacer dans un espace (Kitchin, 1994) et en particulier de comprendre leurs décisions (i) de rester ou de partir, (ii) de prendre telle direction, (iii) de choisir telle route ou (iiii) tel moyen d'y arriver (Cadwallader, 1976 ; Gärling *et al.*, 1985). Ces décisions dépendent principalement de leurs représentations spatiales, de leur expérience, de leur connaissance et de leur personnalité entre autres facteurs. Downs et Stea (1973a) envisagent la cartographie mentale comme un composant basique de l'adaptation humaine et une nécessité pour la survie humaine et les pratiques quotidiennes. Dans le même ordre d'idée, Kaplan (1973a) suppose que celle-ci constitue un mécanisme rapide et efficace pour manipuler l'information donnant ainsi à l'homme un avantage sélectif dans un monde difficile et dangereux.

Malgré tous ces atouts, les cartes mentales s'avèrent assez peu utilisées dans le domaine de la gestion des risques et de l'urgence. Jusqu'à présent, ce sont surtout les géographes français qui en ont fait la plus grande utilisation notamment pour évaluer les représentations du risque

associées aux éruptions volcaniques de la montagne Pelée en Martinique (D'Ercole et Rançon, 1994; Leone et Lesales, 2005) et du Mont Pinatubo aux Philippines (Gaillard *et al.*, 2001) ou encore aux risques technologiques dans l'estuaire de la Seine (Bonnet, 2002). Dans le domaine de la gestion de crise, Alexander (2004); Dymon et Winter (1991, 1993) ont utilisé la cartographie cognitive pour comprendre le fonctionnement et développer la préparation des gestionnaires de crise.

À la lumière de cette revue de littérature, il semble qu'aucune recherche n'ait utilisé la cartographie cognitive pour étudier les représentations spatiales du risque routier liées aux aléas environnementaux. Cependant, en dehors de ces travaux faisant appel aux cartes mentales, plusieurs études portant sur les représentations touchent de plus près notre problématique. En ce qui concerne la perception des risques routiers, nous pouvons citer par exemple les travaux de Kanellaidis *et al.* (2000). Cette recherche développée sur la base de l'observation de conducteurs volontaires pendant un trajet test et sur l'administration d'un questionnaire, s'est intéressée aux facteurs influençant les représentations du risque selon les morphologies routières

En ce qui concerne les crues rapides, nos travaux se rapprochent des recherches développées aux États Unis par une équipe pluridisciplinaire réunie autour de la géographe Eve Gruntfest dans le cadre d'un projet d'évaluation des systèmes d'alerte des villes d'Austin (Texas) et Denver (Colorado) (Gruntfest *et al.*, 2007; Drobot *et al.*, 2007). Cette étude basée sur l'administration d'une enquête par questionnaire intègre un scénario visant à tester les comportements potentiels des conducteurs face à des conditions pluviométriques sévères. Une autre étude très similaire aux travaux conduits dans le cadre de cette thèse est à signaler. Basée sur la réalisation d'une enquête par questionnaire, celle-ci est spécifiquement dédiée à évaluer la perception et la connaissance de crues rapides parmi des habitants de Virginie du Sud (E.U.) (Knocke et Kolivras, 2007). À l'instar de notre recherche, ces auteurs s'intéressent en particulier aux représentations associées à la vitesse d'occurrence, aux hauteurs d'eau dangereuses en situation de mobilité ainsi qu'aux impacts du phénomène, dans le but de tester leur influence en termes d'actions préventives et de réactions en situation de crise. Enfin, nous pouvons citer une dernière étude qui peut présenter un intérêt pour notre analyse. Il s'agit d'une enquête téléphonique réalisée dans le Gard en janvier 2005 dans le cadre du « Schéma départemental de prévention des Inondations » mis en oeuvre par le conseil général du Gard. Cette étude réalisée par l'institut de sondage IPSOS avait pour but de « *mesurer l'état actuel de sensibilisation et la culture du risque inondation de la population gardoise* ».

Ces études menées dans le Colorado, en Virginie ou dans le Gard s'avèrent très proches de nos préoccupations et sont à ce titre extrêmement riches d'enseignements. Cependant, il faut préciser que celles-ci ont été entreprises en même temps que nos propres investigations et qu'elles n'ont été publiées que très récemment. Ainsi, nous utiliserons leurs conclusions pour discuter de nos propres résultats, mais il faut garder en mémoire le fait que nous ne disposons pas de ces éléments

au début de notre réflexion et lors de la mise en oeuvre de nos enquêtes de terrain.

À l'issue de cet état de l'art, nous pouvons envisager plusieurs pistes d'investigations à mettre en oeuvre dans le cadre de nos enquêtes de terrain.

3.2 ... À l'analyse des représentations du risque dans le Gard

À la lumière de nombreuses études concernant les circonstances des décès lors de crues rapides, il apparaît clairement que l'utilisation d'un véhicule en temps de crise augmente fortement le risque de décès, excepté si celui-ci est utilisé à des fins d'évacuation (Gruntfest, 1977, 2000 ; Staes *et al.*, 1994 ; Gruntfest et Ripps, 2000 ; Antoine *et al.*, 2001 ; Bourque *et al.*, 2006 ; Lescure, 2004). Par ailleurs, une étude menée sur les comportements pendant la crue catastrophique qui affecta le Gard en septembre 2002 a montré qu'une partie des déplacements « dangereux » étaient en fait des déplacements habituels, rendus dangereux par la situation exceptionnelle et par l'absence d'adaptation à cette situation (Ruin et Lutoff, 2004). De même, comme nous l'avons montré précédemment, l'expérience de la crue de septembre 2002 dans le Gard a mis en évidence la vulnérabilité physique du réseau routier départemental et en particulier de l'axe de communication principal que représente la RN106 reliant Nîmes à Alès. De plus, lors de la mission de retour d'expérience qui a suivi cet événement, les experts soulignaient « l'existence de comportements dangereux de la part des conducteurs » et citaient notamment le non respect des barrages routiers qui avait obligé la DDE à « mettre des camions en travers de certaines routes pour empêcher le passage » MEDD (2004). Le même rapport indique que « les informations diffusées, quand elles sont reçues, ne sont pas comprises de certains automobilistes » et que « les précipitations importantes ne sont pas comprises comme entraînant des ruissellements importants par essence dangereux ». Finalement, les experts s'interrogent sur la façon de signaler les routes dangereuses, de faire respecter les barrières ou de mettre en place immédiatement des itinéraires de remplacement.

Ces constatations et interrogations sont à l'origine de notre démarche de qualification de l'exposition des usagers du réseau routier du Gard. Ainsi, même si celle-ci est nécessaire, la seule connaissance des flux routiers et des points de rupture du réseau ne suffit pas à caractériser complètement le risque encouru par les usagers. En effet, l'exposition aux risques fait intervenir des facteurs d'ordre social tels que la représentation et la perception des sources de danger qui contribuent en grande partie, selon certains auteurs, à évaluer la capacité des individus à s'adapter à une situation risquée (White, 1945 ; Kates, 1971 ; Burton *et al.*, 1978). Ces géographes américains tenants du modèle d'adaptation aux aléas naturels « *human ecology* » de même que les psychologues adeptes du paradigme psychométrique (Fischhoff *et al.*, 1978 ; Slovic *et al.*, 1984 ;

Slovic, 1987, 2000) soulignent l'importance des facteurs cognitifs relatifs aux caractéristiques de l'aléa. Par contre, celle-ci est relativisée par les tenants des théories culturelles (Douglas et Wildavsky, 1983 ; Dake, 1991 ; Douglas, 1992) ou de l'approche radicale (O'Keefe *et al.*, 1976 ; Hewitt, 1983 ; Wisner *et al.*, 2004). Selon ces auteurs, la perception des risques naturels est nécessairement contrebalancée par la perception des autres risques de la vie courante, qui peuvent s'avérer souvent plus influents car ancrés dans les besoins quotidiens des populations. Ainsi, la perception du risque peut-être considérée comme un facteur parmi d'autres dans l'évaluation de la vulnérabilité des populations.

En ce qui concerne la problématique de vulnérabilité des déplacements lors de crues rapides dans le contexte d'un pays industrialisé, notre objectif est justement d'identifier les différents facteurs intervenant dans les choix individuels d'action en situation d'urgence. Dans cette première partie, nous nous focalisons sur les mobilités quotidiennes en faisant l'hypothèse qu'elles sont le reflet des mobilités en temps de crise (Ruin et Lutoff, 2004). Ainsi, nous estimons qu'une connaissance approfondie de cette mobilité d'un point de vue qualitatif, permettra de mieux prévoir les déplacements en période de crue et d'en faciliter la gestion. Notre seconde hypothèse consiste à supposer que les usagers du réseau routier se forment, au fur et à mesure de leur pratique quotidienne, une certaine image du danger sur la route, notamment lorsque celle-ci est frappée par de fortes précipitations. Ainsi, nous estimons que cette représentation participe à leur choix d'itinéraire dans le cas où ils se sentiraient dans l'obligation de se déplacer lors de conditions propices aux crues rapides. Enfin, assumant que la perception du danger sur la route est un des facteurs de vulnérabilité des individus aux crues rapides, nous estimons que l'identification des facteurs d'ordre social, spatial ou propres à l'aléa coïncidant avec une perception éloignée de la réalité contribuera à caractériser des profils d'individus vulnérables. De ces trois hypothèses principales découlent plusieurs questions :

- Quel est le profil socio-démographique des personnes qui circulent sur le réseau routier entre Nîmes et Alès ?
- Quels sont les itinéraires principalement empruntés en fonction des lieux d'origine et de destination ?
- Quelles sont les raisons et la fréquence de ces déplacements ?
- Quelles sont les portions de routes perçues comme dangereuses en cas de précipitations importantes ?
- Quels sont les éléments à l'origine de ces représentations ?
- La perception des usagers correspond-elle aux points de coupures réelles recensés lors d'événements pluvieux intenses ?
- Existe-t-il un rapport entre la représentation que les automobilistes se font du danger sur la route et leur connaissance des caractéristiques des crues rapides, leur expérience dans le domaine ou même leur perception de ce type de risque ?

- Peut-on identifier des profils de mobilité à risque du point de vue de l'exposition et de la représentation du risque de coupure ?

Pour répondre à ces différentes questions nous avons utilisé deux types d'outils : l'enquête par cartes mentales pour toutes les questions ayant trait aux itinéraires empruntés et aux représentations spatiales qui leur sont associées, et l'enquête par questionnaire pour ce qui concerne les caractéristiques socio-démographiques des individus, leurs représentations du risque et leurs perceptions des sources d'information sur les crues rapides.

3.2.1 Les enquêtes par questionnaire

Nous nous attacherons d'une part, à comprendre de quelles manières les populations se représentent les caractéristiques spatio-temporelles complexes du phénomène (vitesse d'occurrence, hauteur de submersion, fréquence, période de l'année la plus favorable...); et d'autre part, à évaluer la capacité des individus à jauger le danger notamment dans le contexte de déplacements pédestres et automobiles.

Les représentations étant basées sur l'expérience et la pratique du territoire, nous porterons une attention particulière :

- à l'expérience de précédents événements impliquant des crues rapides,
- au cadre de vie des résidents du Gard : commune de résidence, type de population, ancienneté dans la commune et la région, proximité de la rivière, type d'habitation, de véhicule,
- aux conditions de séjour dans le cas des touristes : motif et durée du séjour, type d'hébergement, fréquence de fréquentation du Gard, types d'activités pratiquées.

Nous accorderons par ailleurs une attention particulière aux sources d'information habituellement mobilisées en temps de crise et à la confiance qu'elles suscitent. Cet élément s'avère aussi important pour envisager les perceptions que les réactions en temps de crise puisqu'il est à la fois un des indicateurs des types culturels développés par Douglas et Wildavsky (1983) et qu'il conditionne en partie les réponses à l'alerte.

En complément de ces thématiques principales qui constitueront le corps de notre enquête avec les questions portant sur les réactions à l'alerte et à la crise ¹, nous collecterons plusieurs variables qui semblent pertinentes au regard des études comportementales réalisées jusqu'à présent. Elles concernent :

- le type de population urbaine ou rurale, les ruraux montrant généralement une plus grande acuité dans la connaissance de l'environnement naturel,
- les facteurs de localisation et notamment la distance à la source de risque,

1. Celles-ci seront plus spécifiquement évoquées et traitées dans la troisième partie de ce mémoire.

- enfin des caractéristiques telles que le sexe, l'âge, la catégorie socio-professionnelle ou la responsabilité familiale peuvent aussi s'avérer pertinentes.

Sur la base de ces items nous avons élaboré deux questionnaires, l'un à destination de la population résidente, et l'autre à destination des populations touristiques du Gard. Les deux types de questionnaires (cf. annexe) ont été conçus sur le même modèle et seules certaines questions diffèrent pour s'adapter aux deux publics ciblés. Élaborés pour être administrés en 10 à 15 minutes, ils proposent un peu plus de 70 questions abordant les thèmes présentés précédemment de même que ceux des réactions à l'alerte et la crise, dont le traitement fait l'objet de la partie suivante.

Enfin, une quinzaine de questions sont consacrées au recensement des modalités de mobilités dans l'objectif d'évaluer les facteurs d'exposition spatio-temporelle associés aux déplacements habituels des populations résidentes. Ces données ne seront pas traitées dans ce chapitre, elles seront utilisées en dernière partie du mémoire pour intégrer l'ensemble des résultats issus des deux premières parties et aboutir à la caractérisation de profils à risque.

a. L'échantillonnage par quotas de la population résidente

Une fois le questionnaire finalisé et testé, il nous restait à choisir une méthode d'échantillonnage. Dans l'objectif de reproduire le plus fidèlement possible la population du Gard dont nous souhaitons étudier la vulnérabilité, nous avons opté pour la réalisation d'un échantillonnage par quotas en choisissant le sexe, l'âge et l'activité professionnelle comme variables de contrôle. Concernant ces variables, nous disposons de données de référence issues du Recensement Général de la Population (RGP) (INSEE, 1999). Ces variables figurent aussi en tant qu'indicateurs du comportement mis en avant par les sociologues en matière de pratiques à risque et par les géographes observateurs des mobilités quotidiennes et des emplois du temps. Par ailleurs, nos interrogations concernant les mobilités auraient pu nous conduire à élaborer une stratification dans l'espace en découpant notre territoire d'étude en zones homogènes. Cependant des contraintes matérielles et temporelles ne nous autorisaient pas ce type d'échantillonnage consommateur de temps ou de ressources humaines. En effet, il faut préciser que le budget alloué à cette enquête ne permettant pas l'embauche d'un personnel spécialisé nous avons eu recours à 15 étudiants de 3^e année de géographie. Ceux-ci ne pouvant disposer de véhicules personnels, la campagne d'enquête s'est déroulée sous la forme d'un stage de terrain d'une semaine avec déplacements collectifs ne permettant pas une mobilité suffisante pour permettre un échantillonnage à base spatiale.

Il nous semblait important ici d'avoir une représentativité fiable par tranche d'âge et par activité. Tenant compte des données de référence pour le département, nous avons fixé aux étudiants les quotas du tableau 3.1 avec la consigne d'interroger alternativement hommes et femmes.

	Ayant emploi	Chômeur	Retraité	Étudiant	Autre inactif	Effectif échantillon	% Catégories / Pop. totale Gard (Insee99)
0 à 24 ans	22	13	0	79	178	293	29 %
25 à 44 ans	191	47	1	3	33	275	27 %
45 à 64 ans	129	23	54	0	37	244	24 %
65 ans et +	2	0	136	0	51	188	19 %
Effectif échantillon	344	82	191	82	299	1000	0,2 %
Catégories / Pop. Gard (RGP 1999)	34,4 %	8,2 %	19,1 %	8,2 %	29,9 %	0,2 %	100 %

TABLEAU 3.1 – Grille de quotas pour l'échantillonnage des populations résidentes du Gard. Source : Ruin, 2007 d'après les données du RGP, (INSEE, 1999).

Afin de disposer de données sur l'ensemble des communes avoisinant la RN106 entre Nîmes et Alès, nous avons réparti des groupes d'étudiants dans les villes et villages principaux situés de part et d'autre de cet itinéraire. Douze communes ont ainsi été ciblées. En fonction de la « productivité » des différents groupes d'étudiants bien souvent liée à la densité de population et à la disponibilité en journée de ses habitants, le nombre d'enquêtes administrées dans chacune des communes visitées présente une forte variabilité, de 24 questionnaires administrés à St Chaptès à 250 à Alès. Ainsi, Alès (26 %), Nîmes (20 %), Uzès (12,5 %), et Anduze (7,5 %) sont les communes ayant permis l'administration du plus grand nombre de questionnaires. Cependant, il faut préciser que cette distribution géographique ne reflète pas exactement la distribution géographique des lieux de résidence des individus interrogés. En effet, les personnes ont été généralement interrogées dans la rue et non pas à leur domicile et en pleine journée. Ces personnes ont donc pu être interceptées sur leur lieu de travail, de domicile ou à l'occasion d'un autre type d'activité (accompagnement des enfants à l'école, loisir, ravitaillement, visite à la famille...).

La campagne d'enquête a été réalisée du 18 au 22 octobre 2004. Sur les 1 000 questionnaires prévus initialement 960 permettent une exploitation statistique satisfaisante des données. Les quotas ayant été globalement bien respectés nous pouvons néanmoins comparer le profil de l'échantillon recueilli avec les données socio-démographiques du RGP sur l'ensemble des communes de résidence des personnes interrogées (INSEE, 1999). En ce qui concerne le genre, notre échantillon montre une sous-représentation du sexe masculin (41 % contre 48,5 % pour la population de référence). Cette différence peut s'expliquer par un taux d'activité plus réduit pour les femmes que pour les hommes, et donc d'une plus grande facilité à les contacter par le biais du porte à porte.

Les classes d'âges moyennes apparaissent parfaitement représentatives (cf. figure 3.2) ; par contre, nous pouvons noter une légère sous-représentation des personnes âgées au profit des

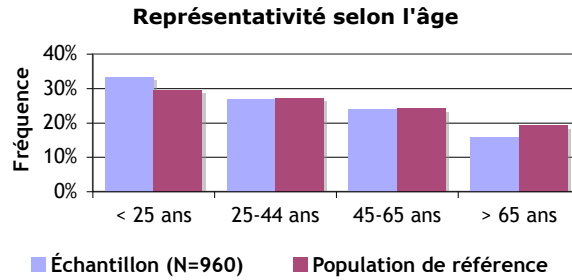


FIGURE 3.2 – Représentativité de l'échantillon des populations résidentes enquêtées en 2004 dans le Gard selon les classe d'âges. Source : d'après les données du RGP (INSEE, 1999).

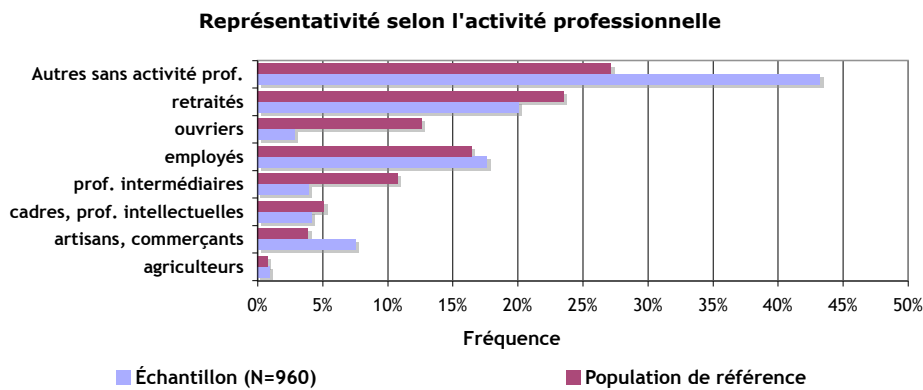


FIGURE 3.3 – Représentativité de l'échantillon des populations résidentes enquêtées en 2004 dans le Gard selon les catégories professionnelles. Source : d'après les données du RGP (INSEE, 1999).

plus jeunes. Ce biais peut être, lui aussi, dû à la jeunesse de nos enquêteurs qui ne leur a pas facilité l'abord des personnes âgées.

Même si selon les quotas la représentativité, en terme d'activité professionnelle, est respectée, ce n'est pas exactement le cas des catégories socio-professionnelles. En effet, nous observons figure 3.3 une sous-représentation des ouvriers et professions intermédiaires et dans une moindre mesure des retraités, au profit des « sans activité professionnelle » et « artisans, commerçants ». Ces chiffres s'expliquent facilement par les horaires de l'enquête. En effet, étant donné le contexte pédagogique et les contraintes logistiques dans lesquelles se déroulait la campagne d'enquête, les étudiants ont administré les questionnaires pendant les horaires de travail habituels, globalement de 9 h à 18 h. Ils avaient donc plus de chance d'aborder des personnes sans activité et des commerçants sur leurs lieux de travail, et moins d'opportunité de rencontrer des ouvriers travaillant plutôt dans les secteurs industriels excentrés.

b. L'échantillonnage des populations touristiques

Les questionnaires ont été administrés du 30 août au 7 septembre 2004² auprès de 268 visiteurs sur deux sites touristiques majeurs du Gard choisis pour leur fréquentation et leur localisation : le site du Pont du Gard à Remoulins, premier site touristique du département avec 1 250 000 visiteurs, et la Bambouseraie de Prafrance près d'Anduze, quatrième site le plus fréquenté affichant 285 968 visiteurs (chiffres CDT30 pour l'année 2002).

Notre objectif était de constituer l'échantillon le plus varié possible en veillant à obtenir un panel respectant approximativement l'estimation annuelle du Comité Départemental du Tourisme du Gard quant à la répartition entre touristes français et étrangers. Pour cela, nous avons traduit notre enquête en anglais et avons utilisé cette langue pour interroger les touristes ne parlant pas le français. En comparaison de l'enquête annuelle du CDT30 réalisée en 2000-2001 après de 2225 touristes, notre échantillon présente les caractéristiques suivantes :

- une forte représentation des 46-65 ans et des plus de 65 ans en contrepartie d'une sous-représentation des 25-45 ans. Ceci est probablement lié aux dates de l'enquête qui coïncidaient avec la rentrée des classes, donc la fin des vacances des jeunes parents ;
- une représentation plus importante du sexe masculin (54 %) ;
- une représentation un peu faible des visiteurs étrangers, probablement dû au problème de compréhension de la langue, les personnes parlant peu ou pas le français ou l'anglais n'ayant pas souhaité répondre à nos questions. Parmi les touristes étrangers interrogés, 65 % comprennent le français et 35 % ne comprennent que l'anglais ;
- une bonne représentation de la variété des nationalités fréquentant habituellement le département, même si les pourcentages ne correspondent pas exactement à l'enquête annuelle (cf. fig. 3.2) ;
- une assez faible représentation des professions intermédiaires, des cadres et professions intellectuelles et des artisans, commerçants au profit, principalement des retraités, et dans une moindre mesure des autres catégories socio-professionnelles.

Les réponses récoltées à l'issue de la phase de terrain ont été saisies puis analysées en utilisant un logiciel de traitement statistique des données (Sphinx). Leur traitement s'est fait en deux étapes. La première consiste en un « tri à plat » qui permet de connaître la répartition des réponses pour chacune des questions posées. Cette première étape vise à identifier les grandes tendances représentatives à l'échelle de l'échantillon. La seconde étape permet de croiser les données entre elles afin d'identifier des facteurs de vulnérabilité face aux crues rapides et d'éventuelles catégories de personnes particulièrement vulnérables face à ce risque.

2. Avec la collaboration d'Oriane Peccate, stagiaire de 2^e année d'IUP Aménagement du Territoire.

Variables	Données enquête touristes 2004	Données enquête annuelle 2002 (CDT30)
Visiteurs français	75,0%	65,6%
Visiteurs étrangers	25,0%	34,5%
Origine des visiteurs étrangers		
Belgique	24,2%	14,8%
Allemagne	18,2%	13,6%
G.B.	15,2%	6,7%
Suisse	13,6%	8,3%
Hollande	10,6%	37,4%
Italie	4,5%	3,0%
Classes d'âge		
< 25 ans	9,0%	9,0%
25-45 ans	31,0%	51,1%
46-65 ans	46,0%	36,4%
> 65 ans	14,0%	3,5%
Catégories socio-professionnelles		
1 : Agriculteurs	2,6%	1,1%
2 : Artisans, commerçants	3,4%	8,9%
3 : Cadres, prof. intellectuelles	20,5%	25,5%
4 : Professions intermédiaires	10,1%	25,1%
5 : Employés	23,5%	22,1%
6 : Ouvriers	3,0%	
7 : Retraités	28,4%	11,2%
8 : Autres inactifs	8,2%	6,1%

TABLEAU 3.2 – Comparaison entre caractéristiques de l'échantillon des populations touristiques enquêtées en 2004 et les chiffres de l'enquête annuelle du Comité Départemental du Tourisme (CDT) du Gard pour l'année 2002

3.2.2 L'enquête par carte mentale

Dans le cadre de nos travaux, l'outil « carte mentale » nous est apparu particulièrement pertinent non seulement pour ces avantages en matière d'étude des représentations spatiales mais aussi pour connaître avec précision les itinéraires quotidiens des résidents proches du secteur routier considéré. Ainsi, l'objectif est ici de s'intéresser à l'itinéraire quotidien et à la façon dont les représentations des usagers déterminent leur choix d'itinéraire en cas d'alerte hydro-météorologique. Par ailleurs, le couplage de cet outil avec une enquête par questionnaire vise plusieurs objectifs. Premièrement, cette méthode permet d'associer une typologie de représentations spatiales à différentes caractéristiques sociales, spatiales ou de mobilité des individus. Le second objectif vise à confronter la représentation spatiale du risque associé aux épisodes pluvieux à la perception « non spatialisée » des usagers du réseau routier en ce qui concerne le risque de crue rapide. Enfin, certaines des questions utilisées ici permettront de faire le lien entre cette enquête à l'échantillon restreint, et l'enquête de plus grande ampleur, datant de 2004, qui s'est focalisée sur l'évaluation des comportements potentiels en temps de crise.

Dans ce contexte, nous avons construit un questionnaire comprenant 43 questions, principalement à choix multiples. Le questionnaire (cf. annexe) est organisé autour des thématiques suivantes :

- la mobilité quotidienne,
- la perception du danger associé à l'itinéraire principal,
- la perception du danger selon la localisation,
- la représentation du phénomène de crues rapides dans le département,
- la perception des sources d'information et d'alerte,
- les caractéristiques sociales et spatiales des enquêtés,

Les cartes mentales viennent en complément du questionnaire pour préciser l'itinéraire emprunté habituellement et localiser les sections de route perçues comme dangereuses en cas d'inondation. Ainsi, les personnes interrogées se voyaient proposer de dessiner, avec des feutres de couleurs différentes, sur un fond de carte IGN au 1/100 000^e(cf. figure 3.4) :

- l'itinéraire le plus fréquemment emprunté (bleu),
- les portions de routes considérées comme dangereuses en cas de fortes pluies (vigilance orange), puis de pluies extrêmes sur ces itinéraires (vigilance rouge),
- l'itinéraire qui leur semble le plus sûr en cas d'inondation (vert), le cas échéant.

L'échelle choisie est le résultat d'un consensus entre la nécessité :

- de s'assurer de la lisibilité de la carte par un large public et pour lequel la toponymie peut aider au repérage,
- d'obtenir une précision suffisante pour permettre le croisement, sous SIG, des données ainsi obtenues avec les données de coupures de la DDE,
- de pouvoir faire tracer la totalité de l'itinéraire sur une seule photocopie de carte au format A3.

Un support graphique aussi détaillé peut paraître inhabituel pour ce genre d'exercice et poser question quant à l'opportunité d'utiliser les termes de « cartes mentales » dans ces conditions. Cependant, l'exercice consiste, comme le conçoit Downs et Stea (1981), à recueillir une information qualitative spatialisée qui apparaît effectivement comme le résultat d'un processus mental de traitement d'informations de sources variées (expériences directes ou indirectes et flux d'informations exogènes).

Chacune de ces requêtes cartographiques est assortie d'une question ouverte visant à recueillir les éléments à l'origine de cette représentation. Le choix d'utiliser une majorité de questions fermées a permis de limiter la durée de l'enquête, cartes mentales comprises, à 15-20 minutes par sondé.

La campagne d'enquête a été précédée d'un test du questionnaire sur un échantillon d'une douzaine de résidents du Gard au cours du mois de décembre 2005. Les questions ont ensuite été rectifiées en fonction de la nature des problèmes mis à jour. La phase d'enquête proprement dit a nécessité 18 jours de terrain entre janvier et avril 2006 pour interroger en face-à-face 200 habitants de communes situées autour de l'axe routier Nîmes - Alès. Sur la base du dénombrement

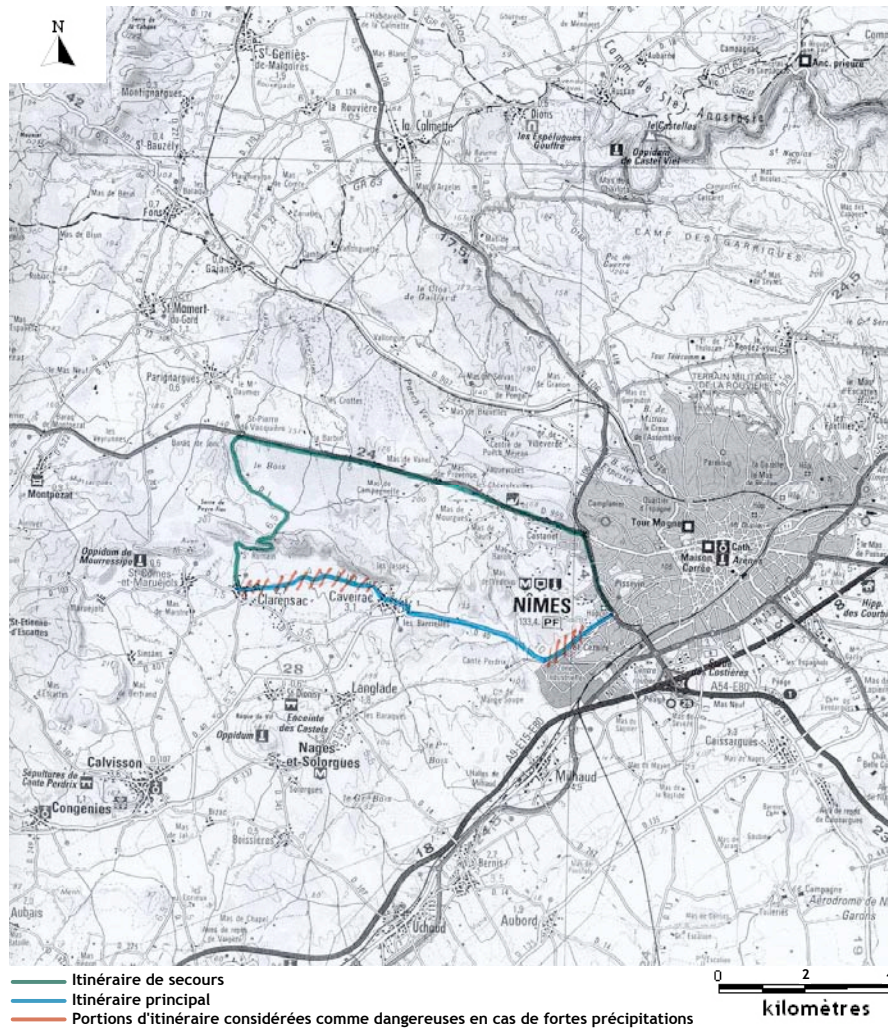


FIGURE 3.4 – Exemple de carte mentale remplie par l'une des personnes interrogées dans le secteur de la RN106, Gard. Source : Enquête par carte mentale, 2006 ; fond cartographique IGN 1/100 000.

des refus opposés à l'enquêtrice sur ses trois derniers jours de terrain, jugés représentatifs, on peut estimer que le recueil de 200 réponses a nécessité de frapper à 760 portes. Parmi ces vaines tentatives, 320 portes ne se sont jamais ouvertes, 210 personnes ont refusé de répondre et une trentaine de personnes ne correspondait pas au profil désiré. Il faut préciser ici que ces enquêtes étaient destinées aux utilisateurs du réseau routier départemental et national entre Nîmes et Alès. Nous avons donc délibérément choisi de ne pas interroger les piétons effectuant des trajets intra-urbains sur lesquels nous n'étions pas en mesure de croiser des données de coupures par submersion. Cet énorme travail a été conduit par Lise Avvenengo Duca dans le cadre d'un stage de Master professionnel réalisé au laboratoire **Territoires**³. La mise en oeuvre de cette campagne d'enquêtes sur le terrain a nécessité l'élaboration préalable d'une méthode d'échantillonnage adaptée à nos objectifs et hypothèses de départ ainsi qu'à la zone d'étude choisie. Nous allons maintenant détailler et justifier nos choix méthodologiques dans ce domaine.

a. Zone d'étude et constitution d'un échantillon stratifié dans l'espace

Nous avons focalisé notre attention sur la portion du réseau routier du Gard située entre Nîmes et Alès du fait, d'une part de sa forte fréquentation, et d'autre part de sa sensibilité particulière aux épisodes de précipitations intenses. En effet, la liaison Nîmes - Alès constitue l'axe le plus fréquenté du département. Il est majoritairement desservi par la Route Nationale 106 qui totalisait, en 2005, en fonction des tronçons, une moyenne annuelle comprise entre 28 539 (pour la portion située dans la zone urbaine de Nîmes) et 14 262 véhicules/jour (sur la section située au centre de l'axe) (figure 3.5). Les deux pôles urbains sont aussi reliés, de manière moins directe, par la RN110 couplée à la RD999 qui s'avèrent aussi des axes très passants, les moyennes annuelles atteignant sur l'ensemble des tronçons concernés 8 900 véhicules/jour pour la RN et 7 400 véhicules/jour pour la RD.

Du point de vue de l'aléa, cet axe est situé dans un secteur de piémont qui, nous l'avons montré au chapitre précédent, est caractérisé par des débits de pointe élevés, des temps de réponse des ruisseaux courts et souvent associés à des ruissellements de versant intervenant en dehors du réseau hydrographique. Ainsi, fréquemment affectée par des submersions de chaussée, la RN106 a par ailleurs subi d'importantes perturbations lors de la crue de septembre 2002 qui ont mis en évidence les difficultés de gestion du trafic sur cet axe. Cette zone a ainsi fait l'objet d'un recensement précis des points de coupures sur l'ensemble du réseau routier dans le cadre du Plan d'Intervention des Crises Hydrauliques (P.I.C.H.)⁴ visant une gestion prévisionnelle des

3. Ce travail intitulé « Essai d'apport méthodologique pour appréhender la connaissance de l'aléa et la perception du risque liée aux crues rapides sur les routes du Gard » a fortement contribué au traitement et à l'analyse des données ainsi collectées (Avvenengo Duca, 2006).

4. Outil d'identification et de suivi des coupures du réseau routier associé aux inondations développé par la DDE du Gard.

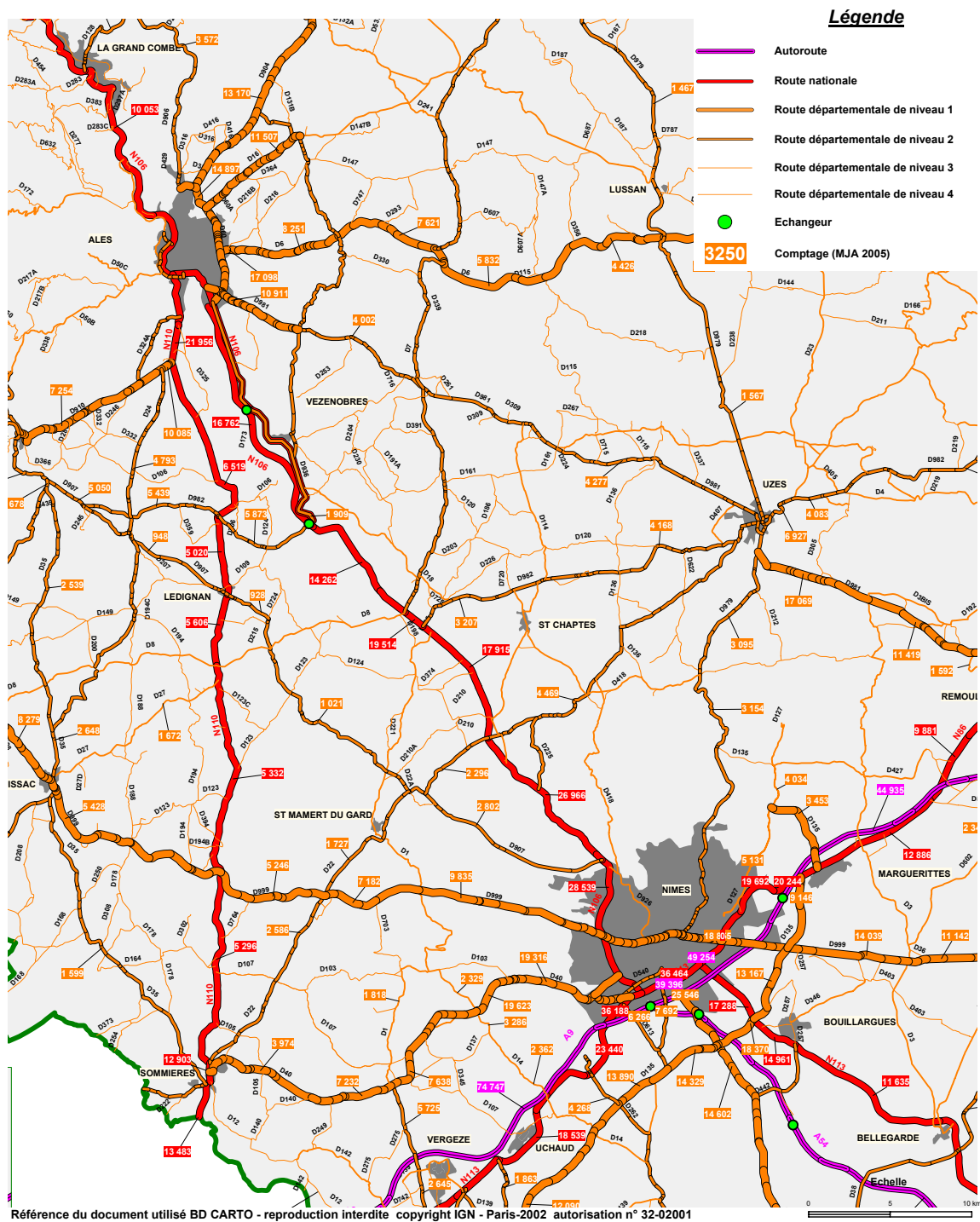


FIGURE 3.5 – Extrait de la carte des comptages routiers sur le réseau du Gard, dans la zone d'étude entre Nîmes et Alès pour l'année 2005. Source : DDE30.

perturbations. Ces informations géoréférencées, mises à notre disposition par la DDE du Gard, autorisent par ailleurs un traitement des données sous SIG.

Enfin, il nous fallait délimiter un périmètre d'étude avant d'envisager la constitution de notre échantillon. Notre objectif étant à la fois la connaissance des mobilités (nature des itinéraires, fréquences et raison des déplacements, destinations...) et l'étude des représentations spatiales associées à ces différents itinéraires et profils de mobilité, nous devions être en mesure d'interroger des individus résidents dans des communes plus éloignées de l'axe principal de la RN106 afin de disposer de la plus grande diversité possible d'itinéraires et de types de mobilité. Nous avons sélectionné⁵ toutes les communes comprises dans un périmètre de 10 kilomètres autour de la RN106, entre les communes de Nîmes et Alès. Cette opération nous a permis de retenir 99 communes comprenant au total 304 585 habitants (RGP de 1999) mais présentant de fortes disparités à l'échelle communale. Ainsi, la zone d'étude regroupe des communes urbaines et rurales dont le nombre d'habitants recensés en 1999 varient entre 92 pour la moins peuplée et 133 424 pour la préfecture du département. Evidemment cette forte disparité de population communale pose un problème de représentativité spatiale qu'il convient de dépasser en choisissant un mode d'échantillonnage adéquat.

Le choix d'une méthode d'échantillonnage et de la taille de l'échantillon s'est basé sur trois critères essentiels, (i) assurer la représentativité spatiale de l'échantillon sur l'ensemble de la zone d'étude, (ii) permettre une représentativité statistique autorisant des traitements bi-variés pour l'analyse des questionnaires, (iii) concilier ces besoins avec les moyens humains disponibles et les contraintes temporelles. Ainsi, tenant compte des deux derniers points, nous nous sommes fixé l'objectif raisonnable de réaliser 200 enquêtes. Pour concilier ce nombre relativement restreint avec la nécessité d'une représentativité spatiale, nous avons choisi d'utiliser la méthode d'échantillonnage stratifié dans l'espace. Cette méthode permet de diviser la population en groupes homogènes (strates). La taille de l'échantillon dans chacune de ces dernières peut être différente. Dans notre cas, cette méthode autorise un traitement différent des communes rurales et des communes urbaines afin de préserver la représentativité des secteurs faiblement peuplés. Ainsi, sur la base de la définition de l'INSEE concernant les unités urbaines⁶, nous avons divisé la zone d'étude en quatre secteurs, deux secteurs urbains de 18 et 15 communes autour des pôles de Nîmes et Alès, et deux secteurs regroupant chacun 33 communes rurales disposées de part et d'autre de la RN106 (cf. figure 3.6). À partir de ce découpage, nous avons choisi de donner la même importance à chacun des secteurs, en leur affectant le nombre de 50 enquêtes chacun⁷.

5. Grâce à l'outil « tampon » proposé par le logiciel MapInfo

6. L'unité urbaine est une commune ou un ensemble de communes qui comporte sur son territoire une zone bâtie d'au moins 2 000 habitants où aucune habitation n'est séparée de la plus proche de plus de 200 mètres. En outre, chaque commune concernée possède plus de la moitié de sa population dans cette zone bâtie. Ces seuils, 200 mètres pour la continuité de l'habitat et 2 000 habitants pour la population, résultent de recommandations adoptées au niveau international. Source : http://www.insee.fr/fr/nom_def_met/definitions/html/unite-urbaine.htm

7. Finalement, deux des personnes enquêtées sont apparues résidentes d'une commune différente du lieu où

3.2. ... À l'analyse des représentations du risque dans le Gard

Strates	Nb communes	Surfaces (km ²)	Densité (hab/km ²)	Pop communale mini/maxi	Population totale	Nb enquêtes	Taux de sondage	Nb communes enquêtées
Zone urbaine Nord	15	238	330	905/39346	78730	50	0,064%	15
Zone urbaine Sud								
Nîmes	1	389	490	133424	133424	30	0,022%	1
Autres communes	17			633/8181	57092	20	0,035%	14
Zone rurale Est RN106	33	343	49	140/1635	16962	50	0,295%	31
Zone rurale Ouest RN106	33	289	64	92/1853	18377	50	0,272%	29
Zone d'étude	99	1259	242	92/133424	304585	200		90

TABLEAU 3.3 – Caractéristiques des quatre secteurs d'enquête situés dans la zone d'étude de la RN106 entre Nîmes et Alès, Gard.

Ce choix minimise l'importance des strates urbaines rassemblant la majorité de la population de la zone d'étude (62 % pour la Zone Urbaine Sud autour de Nîmes et 26 % pour celle d'Alès) alors que les strates rurales ne comptent chacune que 6 % de la population. Cependant, du point de vue des mobilités, nous avons supposé que les populations rurales ont le plus besoin de se déplacer pour accéder aux zones d'emplois et services concentrées au niveau des agglomérations, et qu'elles sont donc les principales utilisatrices du réseau routier. Par ailleurs, si nous avons choisi de réaliser un échantillon stratifié en fonction de la population, seules 10 personnes auraient été interrogées dans chacune des zones rurales, ce qui n'aurait pas permis d'assurer la représentativité de ces secteurs, ni d'envisager un éventuel traitement statistique. Enfin sur la base de 50 enquêtes par secteur nous avons calculé le taux de sondage ($\text{Nb enquêtes} / \text{Population secteur} \times 100$) et appliqué ce taux pour connaître le nombre de personnes à enquêter par commune. Le tableau 3.3 synthétise les résultats des calculs effectués.

Compte tenu du fort écart de population entre Nîmes et les autres communes faisant partie du même secteur dans cette zone, l'affectation d'un même taux de sondage (0,028 %) à toutes les communes entraîne une sur-représentation spatiale de Nîmes. Ainsi, pour pallier cet inconvénient nous avons choisi de limiter le nombre d'enquêtes à 30 (taux de sondage : 0,022 %) sur cette commune et donc d'affecter les 20 enquêtes restantes aux autres communes de ce secteur (taux de sondage : 0,035 %).

L'emploi de cette méthode nous permet d'enquêter quasiment toutes les communes de la zone d'étude, soit 90 sur les 99 situées dans le périmètre de 10 kilomètres autour de la RN106 (figure 3.6).

elles ont été interviewées. Compte tenu de la taille de notre échantillon, qui s'avère minimum pour les traitements statistiques, nous avons choisi de conserver ces deux questionnaires dans l'exploitation des données. Ainsi, ces deux personnes sont venues grossir les échantillons des deux zones rurales aux dépens des deux zones urbaines.

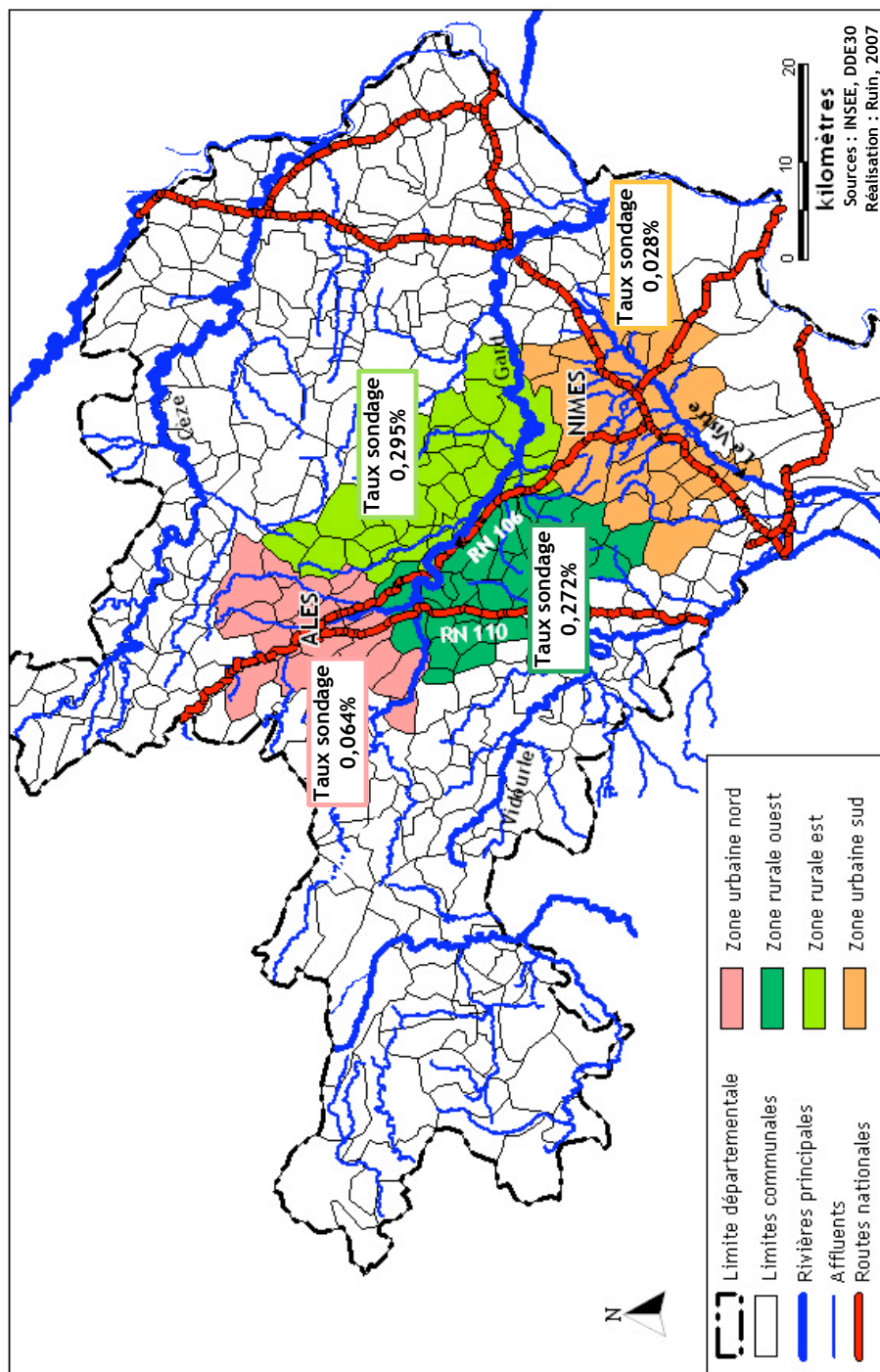


FIGURE 3.6 – Zones d'étude et taux de sondage de l'enquête par carte mentale réalisée pendant l'hiver 2005-2006. Source : d'après les données du RGP (INSEE, 1999), DDE30

Variables	Données enquête carte mentale 2006		Données INSEE RGP 1999	
	Freq.	Nb. Cit.	Freq.	Nb. Cit.
Genre				
Femmes	54,5%	109	52,2%	158 771
Hommes	45,5%	91	47,8%	145 619
Total observé	100,0%	200	100,0%	304 390
Âges				
< 25 ans	7,5%	15	29,8%	90 817
25 - 44 ans	55,5%	111	27,4%	83 372
45 - 64 ans	27,0%	54	23,9%	72 864
65 ans et plus	10,0%	20	18,8%	57 337
Total observé	100,0%	200	100,0%	304 390
Cat. Socio-professionnelle				
agriculteurs	0,5%	1	0,7%	1 764
artisans, commerçants, chef d'entreprise	12,0%	24	3,9%	9 665
cadres, professions intellectuelles et intermédiaires	23,5%	47	16,3%	40 157
employés	32,5%	65	16,9%	41 706
ouvriers	10,0%	20	12,3%	30 260
Inactifs	21,5%	43	49,9%	122 915
Total (Base : pop. >= 15 ans)	100,0%	200	100,0%	246 467
Niveau d'étude				
Sans diplôme	5,0%	10	38%	83 392
BEPC	11,0%	22	10%	22 003
CAP/BEP	24,0%	48	23%	51 047
Bac	17,5%	35	13%	27 504
Bac+2	24,5%	49	9%	18 923
Bac+3-4	10,5%	21		
Bac+5 et +	7,5%	15	8%	17 162
Total (Base : pop. >= 15 ans non scolarisé)	100,0%	200	100%	220 032

TABLEAU 3.4 – Représentativité statistique des données socio-démographiques issues de l'enquête par cartes mentales comparée à celles du RGP de 1999 (INSEE, 1999).

b. Représentativité socio-démographique de l'échantillon

Avant de nous intéresser à la méthode d'analyse des données et aux résultats obtenus, nous allons détailler maintenant les spécificités statistiques issues des tris à plat sur les zones d'enquêtes sélectionnées afin d'évaluer leur représentativité en comparaison des données de l'INSEE issues du recensement de 1999 pour cette même zone.

En termes de genre, la représentativité est à peu près respectée avec seulement 2 % d'écart par rapport aux données du RGP de 1999 pour la zone d'étude considérée (INSEE, 1999). Du point de vue de la répartition des âges, notre échantillon rassemble beaucoup plus de personnes de la classe 25-44 ans et moins d'individus de moins de 25 ans ou de plus de 65 ans. Ceci est le reflet de notre choix d'interroger des usagers de la route, donc des personnes ayant le permis. En effet, notre catégorie de moins de 25 ans ne comprend en fait que des jeunes ayant entre 18 et 25 ans alors que le RGP tient compte des moins de 18 ans. Concernant les catégories socio-professionnelles, nous observons une large sur-représentation des employés puis des cadres, professions intellectuelles et professions intermédiaires et enfin des artisans, commer-

Données enquête carte mentale 2006			Données INSEE (RGP 1999)		
Durée de résidence ds commune	Freq.	Effectif	Durée de résidence ds commune	Freq.	Effectif
< 2 ans	19,0%	38	< 2 ans	23,1%	44 105
2 - 8 ans	28,5%	57	2 - 9 ans	6,2%	11 866
+ de 8 ans	52,5%	105	+ de 9 ans	70,7%	135 253
Total observé	100,0%	200	Total observé	100,0%	191 224
Statut familial	Freq.	Effectif	Statut familial	Freq.	Effectif
Avec enfant(s)	51,8%	103	Avec enfant(s)	53,2%	154 866
Sans enfant	48,2%	96	Sans enfant	46,8%	136 368
Total observé	100,0%	199	Total observé	100,0%	291 234

TABLEAU 3.5 – Représentativité statistiques des données de l'enquête par cartes mentales sur la durée de résidence et le statut familial comparée à celles du RGP de 1999 (INSEE, 1999).

çants alors que les inactifs sont peu représentés. Ces observations vont dans le même sens que la répartition des âges, puisque parmi les inactifs figurent aussi des jeunes et les personnes âgées. De plus, la sur-représentation des artisans, commerçants peut aussi s'expliquer par le mode de collecte des données (porte à porte parfois plus aisés auprès des commerçants).

Dans le cadre de notre enquête nous nous sommes aussi intéressés au niveau d'étude. Ainsi, il semble que nous ayons une plus forte majorité de personnes peu diplômées (57 % de niveau Bac ou inférieur). Même si ces chiffres reflètent la tendance sur la zone d'étude, cette catégorie peu diplômée apparaît très largement sous-représentée par rapport aux données de l'INSEE indiquant 84 % de niveau bac et inférieur sur la zone.

Nous avons par ailleurs interrogé les individus sur leur statut familial, qui peut influencer les mobilités, ainsi que sur le temps de résidence dans la commune qui peuvent constituer des facteurs influant sur la représentation spatiale des itinéraires routiers.

En ce qui concerne le temps de résidence dans la commune, notre échantillon présente une majorité de personnes (52,5 %) habitant dans la commune depuis plus de 8 ans ; cependant cette catégorie est sous-représentée si l'on considère les chiffres de l'INSEE sur la même zone en 1999. Cette sous-représentation est compensée par une sur-représentation de la catégorie « 2-8 ans » dans notre enquête. Cette importance des résidents de moyenne ancienneté dans la commune peut s'expliquer par la prépondérance de notre catégorie d'âge 25-44 ans, dont la mobilité professionnelle peut être à l'origine de la mobilité résidentielle. Si l'on considère le statut familial en examinant les ménages avec ou sans enfant(s), notre échantillon apparaît assez représentatif de la zone d'étude.

En comparaison de l'ensemble de la population gardoise résidant dans cette zone d'étude, nous pouvons donc dire que notre échantillon présente un défaut de représentation des catégories les plus jeunes (moins de 18 ans) et les plus âgées (plus de 65 ans), regroupés dans la catégorie

socio-professionnelle des inactifs. Les catégories les moins diplômées apparaissent aussi sous-représentées, de même que les résidents les plus anciens dans la commune.

Enfin, le principal objet d'étude de cette enquête par cartes mentales étant celui des itinéraires routiers, nous nous sommes interrogés sur la représentativité des itinéraires empruntés en comparaison de la fréquentation des routes sur la zone d'étude.

c. Représentativité des itinéraires empruntés

Nous avons pu procéder à la saisie cartographique sous SIG des cartes mentales, à partir d'une « base de donnée routes » fournie par les services de la DDE du Gard. Tous les tronçons routiers empruntés par chacun de nos enquêtés sur leur itinéraire principal ont ainsi été géoréférencés et enregistrés sur notre base SIG. Cette opération a permis de réaliser une première carte de fréquentation des tronçons empruntés par notre échantillon sur la zone d'étude (cf. figure 3.7). L'analyse de cette carte montre une fréquence d'utilisation plus importante de la RN106, suivie de la RN110 qui relie Alès à Sommières et de trois Routes Départementales, la RD981 desservant Uzès depuis Alès, la RD999 reliant Nîmes à la RN110 à l'ouest, et la RD24, une route départementale secondaire parallèle à la RD110 permettant de relier Alès au secteur de Ledignan. On note aussi une fréquentation plus importante sur les axes routiers desservant les zones urbaines de Nîmes, Alès, Uzès et Anduze. En comparaison de la carte des comptages routiers pour l'année 2005 réalisée par la DDE du Gard, nous constatons que la fréquentation des routes par notre échantillon reflète assez bien le trafic routier enregistré sur notre secteur d'étude (figure 3.5).

Avant d'étudier les résultats issus de l'analyse des données du questionnaire et des cartes mentales, nous proposons d'explicitier la méthode que nous avons mise en oeuvre pour atteindre cet objectif.

3.2.3 L'analyse des cartes mentales : le recours aux indices cartographiques qualitatifs

Notre analyse spatiale est fondée sur deux types de données : d'une part, les données sources fournies par la Direction Départementale de l'Équipement du Gard concernant le réseau routier et les tronçons coupés par de fortes précipitations ; d'autre part, des données élaborées à partir des informations qualitatives fournies par les cartes mentales.

La table principale comporte l'ensemble des tronçons routiers, tandis que la table de données « routes coupées » contient l'ensemble des tronçons de routes coupées répertoriées par le P.I.C.H. ou recensées lors des épisodes de crue de 2003, 2004 et 2005. Il faut préciser que, si les fichiers de

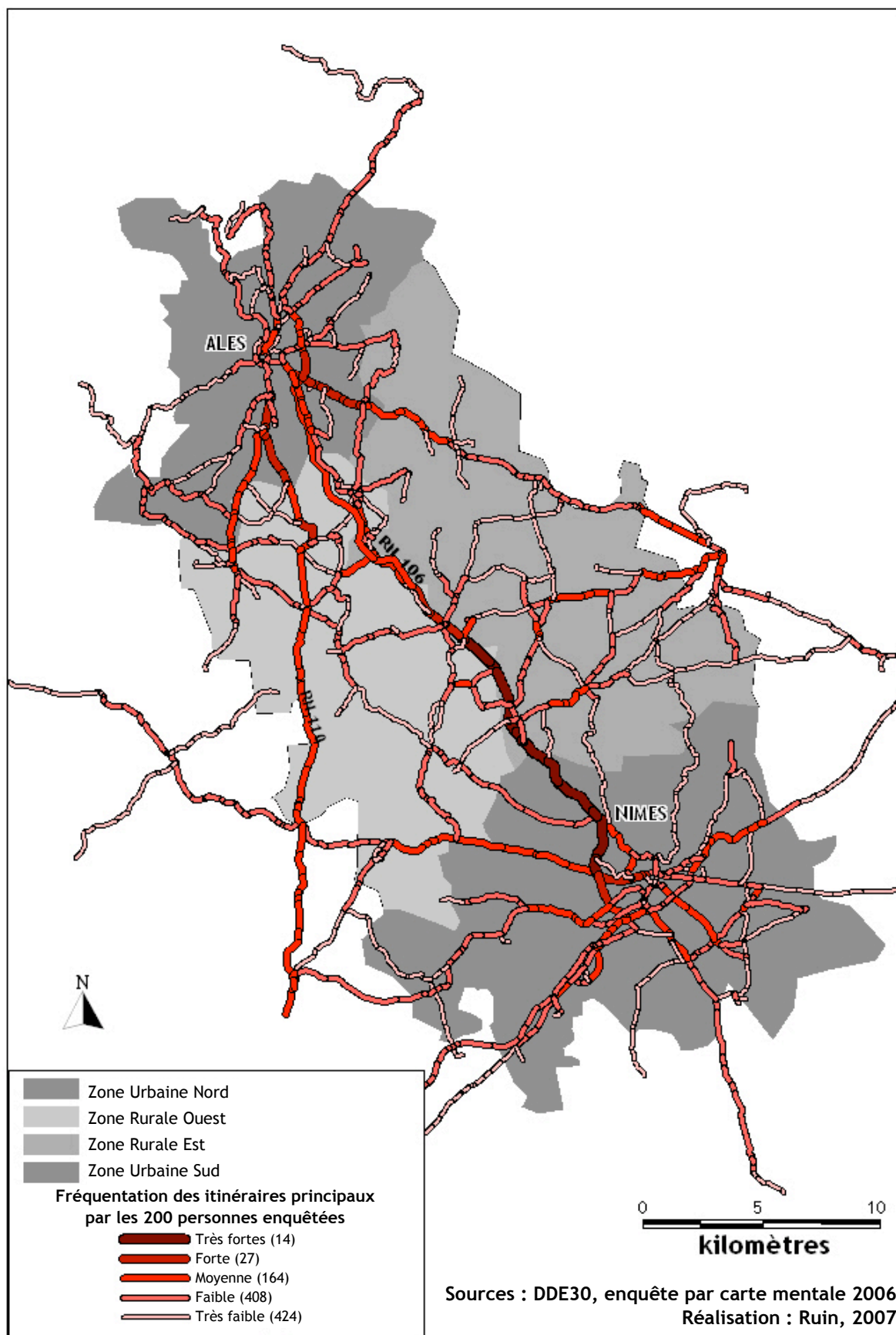


FIGURE 3.7 – Fréquentation des itinéraires principaux empruntés par 200 usagers interrogés en 2006 dans le secteur de la RN106. Source : Enquête par carte mentale, N =200, données DDE30, secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard, 2006.

coupures sont disponibles depuis 2002, nous avons volontairement choisi de ne pas prendre en compte l'événement de septembre 2002, trop extrême (75 % du réseau était impraticable) pour être représentatif. Ainsi, l'utilisation des données associées à ces différents épisodes pluvieux assure une bonne représentativité des données sur l'ensemble du secteur d'étude. En effet, en se contentant d'une seule année, par exemple 2005, nous aurions privilégié le secteur du bassin versant du Vistre le plus touché par l'événement et sous-estimé le danger sur les autres secteurs.

En complément de ces fichiers, nous en avons construit trois autres à partir du traitement des cartes mentales. Celles-ci recensent respectivement (i) les tronçons routiers utilisés par nos sondés sur leur itinéraire principal, (ii) les tronçons de route qu'ils considèrent dangereux en cas de fortes ou d'extrêmes précipitations sur cet itinéraire, (iii) l'itinéraire (s'ils en connaissent un) qu'ils estiment le plus sûr pour rejoindre leur commune de destination. Il y a donc plusieurs tronçons recensés pour chacun des deux ou trois itinéraires tracés par nos 200 sondés. Chaque tronçon est référencé par un numéro d'identifiant de la DDE, le nom et le numéro de la route auquel il est rattaché.

Afin d'établir des cartes générales d'identification des itinéraires empruntés, des portions perçues comme dangereuses et celles ressenties comme sûres, nous avons comptabilisé le nombre de citations de chacun des tronçons routiers appartenant aux trois tables de données précédemment construites. Il faut noter que nous avons rassemblé dans la catégorie « tronçons considérés comme dangereux » tous les tronçons ayant été désignés comme tels par leurs utilisateurs quelle que soit l'intensité des pluies. En effet, cette distinction devenait inutile puisque nous ne disposions pas de données aussi précises concernant les coupures réelles des routes. Par cette opération, nous avons obtenu une table de données dont l'entrée se fait par les numéros d'identification des tronçons auxquels sont associés des fréquences de citation pour les différentes catégories : itinéraires principaux, perception routes dangereuses et perception routes sûres.

Dans l'objectif d'évaluer la qualité des représentations du danger associé aux précipitations intenses de nos sondés sur leur itinéraire principal et d'utiliser cette information dans nos analyses statistiques, nous avons ensuite élaboré des indices cartographiques de représentation.

La création de ces indices a nécessité plusieurs étapes. À partir des différentes tables de données évoquées précédemment, nous avons comparé pour chaque individu les tronçons qu'ils estimaient dangereux avec les tronçons réellement coupés. Les calculs permettant de construire ces indices pour l'itinéraire principal sont détaillés dans le tableau 3.6.

Nous avons considéré que la représentation du risque pouvait être qualifiée de « surestimée » par rapport à la réalité des coupures, lorsque les tronçons non sujets à coupures sont identifiés comme dangereux (ligne F). Au contraire, nous avons considéré qu'il y avait « sous-estimation » du risque lorsque des tronçons régulièrement sujets à coupures n'étaient pas considérés comme dan-

Questionnaire	n° 1	n° 2	n° 3	n° 200	Total (N=200)
Secteurs de résidence	4	2	2	3	
Nombre de tronçons empruntés par l'itinéraire principal (<i>C</i>)	36	5	4	12	3354
Nombre de tronçons sujets à coupures sur l'itinéraire principal (<i>D</i>)	2	2	2	3	962
Nombre de tronçons non sujets à coupures sur l'itinéraire principal (<i>E</i>)	34	3	2	9	2392
Nombre de tronçons non sujets à coupures et perçus comme dangereux ; surestimation : (<i>F</i>)	1	0	0	4	394
Nombre de tronçons sujets à coupures et non perçus comme dangereux Sous-estimation : (<i>G</i>)	2	1	2	2	681
Indice d'exposition de l'itinéraire principal (I_e) ; $I_e = D/C$	0,06	0,4	0,5	0,25	Moyenne : 0,27 Médiane : 0,27
Indice de surestimation du risque (I_{sure}) ; $I_{sure} = F/E$	0,03	0	0	0,45	Moyenne : 0,17 Médiane : 0,11
Indice de sous-estimation du risque (I_{se}) ; $I_{se} = G/D$	1	0,5	1	0,67	Moyenne : 0,57 Médiane : 0,68

TABLEAU 3.6 – Extrait du tableau de construction des indices cartographiques de représentation du risque sur l'itinéraire principal.

gereux par les personnes qui les empruntent (ligne G). La comptabilisation pour chaque individu du nombre de tronçons dans chacune des catégories (sous-estimation ou surestimation) n'est pas suffisante pour comparer la représentation des individus entre eux. En effet, chacun ayant une utilisation plus ou moins importante (en nombre de tronçons) du réseau routier, il était nécessaire de relativiser ces résultats en fonction du nombre de tronçons empruntés et du nombre de tronçons coupés par les inondation parmi ceux-ci. Dans cet objectif, nous avons choisi de créer trois indices, d'une part dans le but de caractériser l'exposition des itinéraires empruntés par nos sondés (I_e) et d'autre part pour évaluer leur tendance à la sous-estimation (I_{se}) ou à la surestimation (I_{sure}) sur ces itinéraires. Cette opération permet d'attribuer à chaque individu trois indices compris entre 0 et 1 (cf. calculs tableau 3.6) autorisant la comparaison entre individus. Les valeurs les plus proches de 0 indiquant une exposition, une surestimation ou une sous-estimation faibles et inversement pour les valeurs proches de 1. Enfin, dans le but de pouvoir réutiliser ces indices dans les traitements statistiques, nous avons classé l'indice d'exposition en quatre catégories et les deux indices de représentation du risque en trois classes selon la méthode de discrétisation par quantiles (effectifs égaux). Nous avons choisi cette méthode pour deux raisons. D'une part car les trois indices présentaient des distributions dissymétriques à pics se prêtant bien à cette segmentation (figures 3.8 et 3.9), d'autre part car nous souhaitions comparer les résultats notamment entre les deux indices de représentation.

Finalement, dans l'objectif d'attribuer à chaque individu un indice synthétisant la qualité de

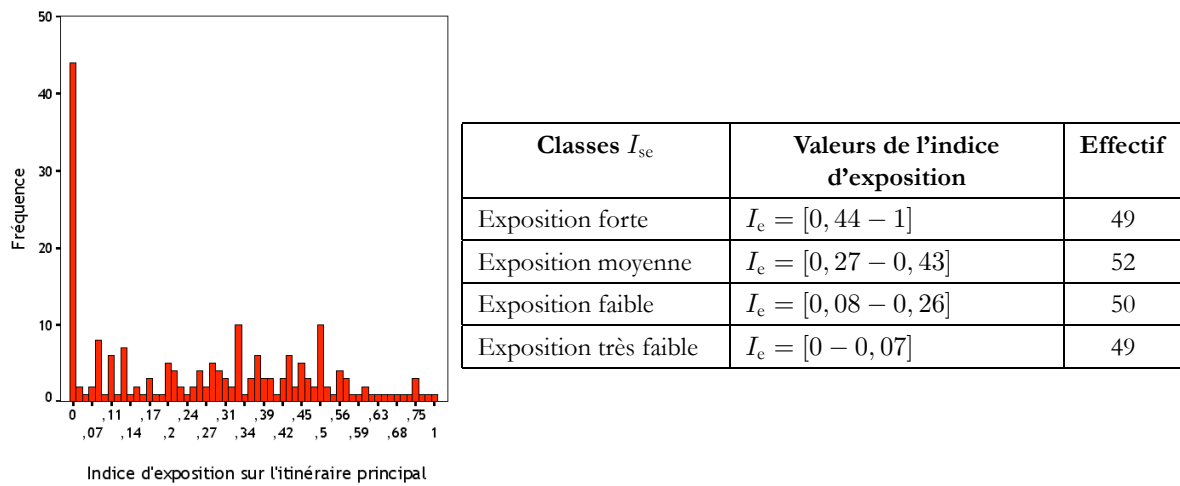


FIGURE 3.8 – Diagramme de distribution des fréquences de l'indice d'exposition sur l'itinéraire principal et discrétisation en 4 classes.

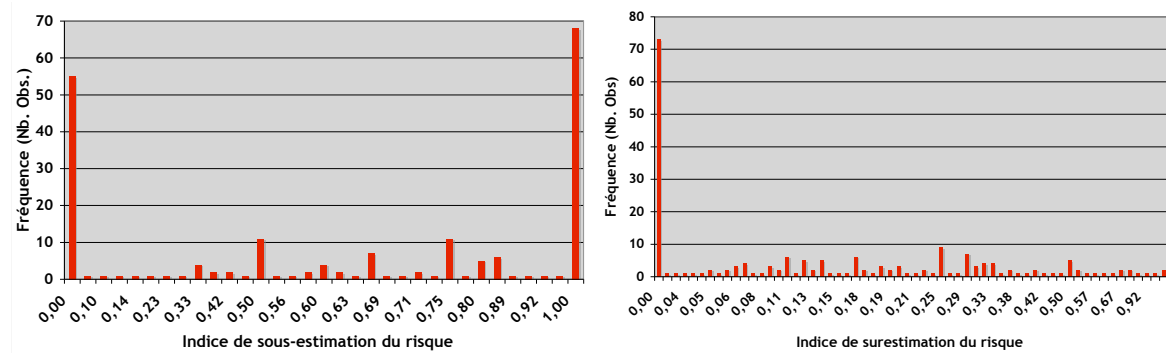


FIGURE 3.9 – Distribution des fréquences des indices de sous-estimation et de surestimation des tronçons sujets à coupures en cas de fortes précipitations dans le secteur de la RN106 entre Nîmes et Alès (Gard).

Classes I_{se}	Valeurs d'indice de sous-estimation	Classes I_{sure}	Valeurs d'indice de surestimation
Sous-estimation totale	$I_{se} = 1$ Effectif : 68	Surestimation importante	$I_{sure} = [0, 2 - 1]$ Effectif : 67
Sous-estimation importante	$I_{se} = [0, 4 - 0, 94]$ Effectif : 66	Surestimation très faible	$I_{sure} = [0, 03 - 0, 19]$ Effectif : 60
Sous-estimation faible	$I_{se} = [0 - 0, 33]$ Effectif : 66	Aucune surestimation	$I_{sure} = 0$ Effectif : 73

TABLEAU 3.7 – Discrétisation en trois classes des indices de sous-estimation et de surestimation de la représentation du risque de crue rapide sur les routes du Gard.

Classes (I_{rc})	Surestimation nulle	Surestimation très faible	Surestimation importante
Sous-estimation faible	① Représentation conforme Effectif : 37		③ Sur-représentation du risque Effectif : 29
Sous-estimation importante	② Sous représentation du risque Effectif : 96		④ Représentation non conforme Effectif : 38
Sous-estimation totale			

TABLEAU 3.8 – Méthode de constitution de l'indice de représentation cartographique du risque de coupures sur l'itinéraire principal selon quatre modalités.

sa représentation spatiale du risque sur son itinéraire principal, nous avons créé un indice de représentation cartographique (I_{rc}) à partir du croisement des deux indices de représentation précédemment définis.

Ce croisement nous a permis de classer les individus selon quatre classes de représentation (Tableau 3.8) :

- ① les individus se représentant les coupures routières conformément à la réalité,
- ② les individus ayant tendance à sous-estimer le risque de coupures,
- ③ les individus ayant tendance à surestimer le risque de coupures,
- ④ les individus se représentant le risque de coupures de façon non réaliste.

Ces différents indices peuvent être ajoutés, en tant que nouvelles variables, dans le fichier SPSS® rassemblant pour chaque personne interrogée l'ensemble des variables issues du traitement des questionnaires. Ce fichier va permettre d'analyser la représentation du risque de coupures de notre échantillon sur l'ensemble de notre zone d'étude puis de procéder à des analyses statistiques multidimensionnelles afin d'identifier les facteurs qui peuvent être à l'origine de représentations du risque éloignées de la réalité.

Conclusion

La recherche en sciences sociales nous fournit une littérature abondante sur le risque et la façon dont les individus et la société l'appréhendent. Si les psychologues et les sociologues s'intéressent plus spécifiquement au concept de perception, les géographes leur préfèrent celui de représentation. Dans le cadre de notre problématique, ces deux approches nous paraissent complémentaires. Néanmoins, les représentations tiendront une place importante dans notre analyse car elles permettent de prendre en compte la façon dont les individus s'approprient leur environnement selon leurs pratiques spatiales. À ce titre la voiture apparaît comme un mode de déplacement particulier, atténuant la relation à l'environnement. Elle fait figure de prolongement de la maison,

de second « chez-soi » sécurisant, de même qu'un outil de contrôle et de maîtrise de l'environnement immédiat. Cette vision va dans le sens de nos propres interrogations et conduit à formaliser l'hypothèse selon laquelle les représentations du risque de crue rapide peuvent être différentes selon les circonstances de mobilité ou de sédentarité dans lesquelles elles ont été construites.

La méthode de diagnostic des représentations du risque de crue rapide dans le Gard, présenté dans ce chapitre, fait appel à deux types d'outils méthodologiques, le questionnaire d'une part, et la carte mentale d'autre part. Le premier doit nous permettre de reconstruire les images mentales associées au risque en général alors que le second s'attache aux représentations spatiales du risque des usagers de la route le long des itinéraires qu'ils empruntent régulièrement. Sur ce second aspect, notre mesure de la pertinence des représentations nécessite le recours à l'analyse spatiale par le biais d'un SIG permettant de comparer les représentations spatiales à la réalité des coupures sur le secteur d'étude considéré. Les bases théoriques et méthodologiques posées dans ce chapitre constituent le fondement des résultats présentés au chapitre suivant.

Chapitre 4

Représentation du risque de crue rapide et pratiques spatiales dans le Gard

La variabilité spatio-temporelle des phénomènes hydro-météorologiques à l'origine des crues rapides ainsi que la part d'incertitude qu'elle comporte ont plusieurs conséquences en matière de vulnérabilité des populations. D'une part, en termes de localisation du risque puisqu'il s'avère que le danger n'est pas seulement circonscrit aux berges des cours d'eau majeurs mais qu'il est aussi diffus dans l'espace, potentiellement au niveau d'un nombre considérable de bassins versants de très petites tailles. D'autre part, d'un point de vue temporel, les bassins versants susceptibles de causer des décès peuvent aussi bien réagir en sept heures pour les plus grands, qu'au bout de quelques minutes pour les plus petits. Si les cours d'eau principaux sont largement instrumentés et surveillés et laissent un minimum de temps pour transmettre l'alerte, ce n'est pas le cas des plus petits qui nécessitent une véritable sensibilité de la population au risque pour permettre une réaction rapide, adaptée et efficace.

Cependant, nous pouvons supposer que ces caractéristiques spatio-temporelles spécifiques aux crues rapides ont une autre incidence en matière de représentation du risque et notamment vis-à-vis de la représentation que les individus se font de leur propre exposition et du danger que leurs pratiques quotidiennes peuvent engendrer en temps de crise. Les sections suivantes sont ainsi consacrées à l'exploration de cette hypothèse. Par le biais de l'analyse des réponses aux différents questionnaires ainsi que de l'enquête utilisant le support des cartes mentales, nous proposons de reconstituer les images mentales qui sont associées (i) aux caractéristiques de l'aléa crue rapide, (ii) aux modes d'exposition que cela engendre en fonction des espaces quotidiennement fréquentés, (iii) à l'idée que les populations se font des situations dangereuses auxquelles ils peuvent se trouver confrontés en temps de crise. Pour compléter cette analyse centrée sur le risque associé aux pratiques spatiales quotidiennes, nous envisagerons les mobilités quotidiennes

comme l'un des facteurs de risque spécifique des crues rapides. Enfin, nous terminerons notre propos en intégrant la dimension informative afin de mesurer la façon dont les différentes populations perçoivent les sources d'information préventives et de crise.

4.1 La conscience des temporalités et de l'intensité du phénomène

Nous débuterons notre analyse des représentations du risque de crue rapide en examinant la façon dont les populations envisagent les caractéristiques physiques de l'aléa. En premier lieu nous avons abordé la question très largement l'importance accordée à ce phénomène en comparaison d'autres types d'aléas.

Qu'il s'agisse des résidents ou des touristes, les inondations figurent en première place dans les types de risques perçus comme pouvant affectés le Gard. 95 % des touristes se souviennent qu'elles ont touché le département ces dernières années et 80 % des résidents citent les événements hydro-météorologiques (inondation, crue rapide, pluie et orage) comme les phénomènes naturels qu'ils craignent le plus. Ces résultats étaient assez prévisibles seulement deux ans après l'événement catastrophique et très médiatisé de septembre 2002 et moins d'un an après la crue du Rhône de décembre 2003. La sécheresse de l'été 2003 est, pour sa part, probablement responsable du bon score du risque incendie (7 %). Néanmoins, si l'on s'en tient au biais intuitif évoqué par les psychologues (section 3.1.1), ce résultat indiquerait que le risque d'inondation est ressenti par les différentes populations enquêtées comme le plus probable dans le Gard.

Par ailleurs, le vocabulaire utilisé par nos sondés pour désigner le phénomène montre que seuls 4 % d'entre eux utilisent les termes de crues rapides ou torrentielles, la majorité parlant d'inondation. Nous pouvons donc supposer que la différence entre inondation et crue rapide ne soit pas évidente pour la presque totalité de notre échantillon. Cette hypothèse se vérifie-t-elle au regard des représentations que les populations se font des caractéristiques temporelles et de l'intensité du phénomène ?

4.1.1 Saisonnalité

Il semble que les derniers événements hydrologiques aient inscrit, à juste titre, les mois d'automne comme les plus propices au phénomène de crues rapides dans le Gard. 86 % des résidents et 58 % des touristes connaissent cette spécificité saisonnière. Pour ces derniers, l'ignorance des 42 % restants est notable. Notre enquête ayant lieu début septembre, leur réponse peut laisser présager un manque de perception du risque personnel pendant leur séjour dans le département.

La deuxième période la plus citée diffère selon le type de population, les résidents identifiant les mois d'hiver comme les plus favorables contrairement aux touristes qui privilégient le printemps. Le mois de décembre fait en effet partie des mois les plus sensibles aux crues, de même que le mois d'août. L'été est pourtant la saison la moins souvent citée par les touristes comme par les résidents. Nous pouvons ainsi nous interroger sur les chances qu'une alerte météorologique émise au mois d'août soit réellement prise au sérieux par les populations.

4.1.2 Récurrence

Lorsqu'il s'agit d'estimer la fréquence d'un événement tel que celui de 2002, plus de 70 % des résidents et 62 % des touristes considèrent cet événement comme non exceptionnel en lui attribuant une récurrence inférieure à 10 ans. Ensuite une récurrence moyenne, située entre 20 et 30 ans, est proposée par 14 % des locaux et 18 % des visiteurs. Finalement, seul 5 % à 7 % de chacun des effectifs le considèrent comme extraordinaire en le situant au minimum comme un événement centennal. Ces résultats semblent démontrer que ce type de risque est plutôt considéré comme chronique pour le Gard (à l'opposé de « catastrophique » si l'on se réfère à la classification proposée par Slovic (1987)). Les réponses à cette question paraissent varier avec l'âge et la profession, les plus jeunes, étudiants ou scolaires ainsi que les cadres et professions intellectuelles envisageant une fréquence de retour plus importante que les autres.

Nous avons ensuite demandé aux individus s'ils pensaient qu'une inondation du type de celle de septembre 2002 était possible cette année. La moitié des touristes pensent en effet que ce type d'inondation est envisageable alors que seuls 39 % des résidents partagent le même avis. Ainsi, considérant les deux types de population, au moins la moitié des enquêtés n'envisageaient pas l'éventualité d'un tel événement en 2004 alors que l'enquête se déroulait à l'automne en pleine « saison des pluies » dans le Gard. Comment interpréter la différence entre les deux types de populations ? La date des enquêtes peut éventuellement nous éclairer. En effet, les deux enquêtes ont été réalisées à un peu plus d'un mois d'intervalle, les touristes ayant été consultés à la fin de l'été et les résidents en début d'automne. Peut-être ces derniers estiment-ils qu'une fois le mois de septembre passé le risque devient négligeable ? Si l'on se réfère aux données de Météo France, pour la période délicate comprise entre août et décembre, 4 bulletins de vigilance orange ont annoncé un total de 8 jours de fortes précipitations associées à des orages en 2004. Ainsi, le Gard a été placé en vigilance orange pendant 3 jours de la fin du mois de septembre. Cet événement sans conséquence hydrologique a-t-il été considéré par une majorité de résidents comme l'événement annuel qui les mettait à l'abri pour le reste de la saison ? Si cette hypothèse est la bonne, elle peut avoir des conséquences en termes de mise en vigilance des populations, plus difficile en fin de saisons après plusieurs « fausses alertes ».

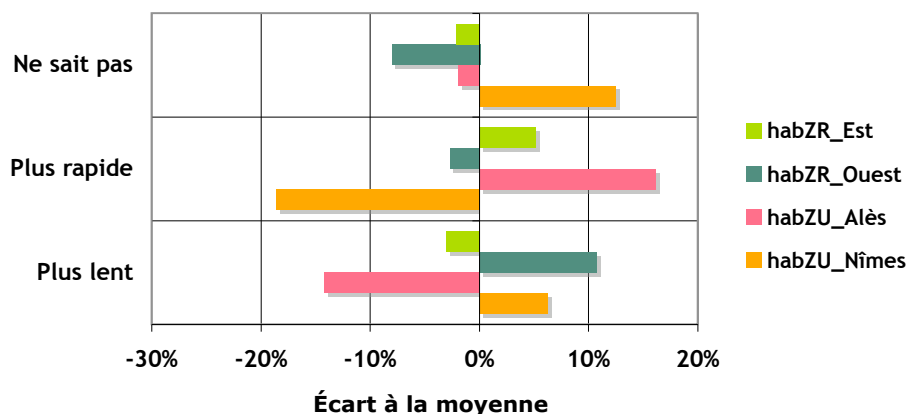


FIGURE 4.1 – Représentation de la vitesse de montée des petits ruisseaux en comparaison du Gardon selon le secteur de résidence. Source : Enquêtes par carte mentale, N = 200, Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard 2006.

4.1.3 Vitesse de montée

Pour évaluer les représentations associées à la rapidité du phénomène, nous avons cherché à savoir d’une part, si les individus faisaient une différence entre le temps de montée des petits cours d’eau et ceux de cours d’eau principaux tels que le Gardon ; d’autre part, quels étaient les ordres de grandeur qu’ils associaient aux ruisseaux les plus petits.

63 % des résidents estiment avec justesse que les temps de montée des petits cours d’eau sont plus brefs que ceux du Gardon et 10 % envisagent une réaction plus lente. Cette variable s’avère reliée avec le secteur de résidence, le taux de mauvaises réponses s’élevant à 39 % (contre 28 % en moyenne) dans la zone rurale ouest et à 35 % dans la zone urbaine sud (figure 4.1).

Par contre, le temps de montée du Gardon s’avère, pour 76 % des individus, inconnu ou surestimé. Dans ce dernier cas, le temps de réaction est estimé à plus de 10 heures (21 %).

Nous avons ensuite interrogé les populations sur le temps de montée des plus petits cours d’eau, c’est-à-dire la durée du décalage entre le pic de pluie et de crue. Les réponses montrent que seuls 15 % des sondés (résidents ou touristes) peuvent imaginer un temps de montée inférieur à 10 minutes. La plupart l’estime à une heure, cependant il existe une différence entre les deux types de population, les résidents apparaissant, de façon surprenante, comme les plus nombreux à sous-estimer ou ignorer la violence de montée des crues (respectivement 45 % et 23 % des résidents).

Afin d’approfondir cette question, nous nous sommes attachés à comprendre si ces réponses avaient un lien avec le type de rivière situé à proximité des communes de résidence des personnes interrogées. Ainsi, l’une de nos questions concernant le cadre de vie a permis de recueillir leur

Variables	Risque d'erreur (test du χ^2)	Coefficient d'association (V de Cramer)	Type de relation
Stahler rivière citée la plus petite	p = 0	0,183	Relation forte et certaine
Stahler rivière citée la plus grande	p = 0	0,201	Relation encore plus forte
Stahler rivière citée la plus proche	p = 0	0,210	Relation la plus forte

TABLEAU 4.1 – Relations statistiques entre les variables représentant l'ordre de Strahler des différentes rivières citées par les sondés et l'ordre de Strahler objectif de la rivière la plus proche.

perception du cours d'eau le plus proche de chez eux. En effet, dans le cas des crues rapides les ruisseaux les plus petits, qui peuvent être à sec une bonne partie de l'année, peuvent s'avérer les plus dangereux, non seulement parce qu'ils réagissent extrêmement rapidement, voire instantanément, mais aussi parce qu'ils ne sont pas toujours visibles dans le paysage quotidien. Notre question visait donc à évaluer cette hypothèse de « transparence », d'invisibilité de ces cours d'eau pour la population résidente, en comparant la taille des cours d'eau cités par les résidents avec celle des cours d'eau qui sont effectivement les plus proches de leur commune d'habitation.

Cette démarche pose quelques problèmes méthodologiques, notamment pour comparer des tailles de rivières et évaluer la distance à la rivière alors que nous ne disposons pas de l'adresse exacte des personnes interrogées mais seulement de leur commune de résidence. Pour dépasser la première difficulté, nous avons choisi de classer les cours d'eau selon l'ordre de Strahler, c'est-à-dire en attribuant aux affluents situés les plus en amont (les affluents les plus petits) d'un réseau hydrographique, la valeur 1, l'ordre des drains suivants est alors augmenté de 1 à chaque nouvelle confluence de deux drains de même ordre. Cette classification a l'avantage de permettre un rapprochement avec la dynamique de crue des rivières, les experts s'accordant à considérer les rivières de rang 3 et inférieures comme les plus sujettes aux crues rapides (temps de montée inférieur à 6 heures) (Creutin, 2001). Ainsi, les rivières de rang 1 sont celles qui disposent des surfaces de bassins versants les plus faibles donc des dynamiques les plus rapides comme nous l'avons souligné dans le chapitre 2.

Pour résoudre le problème de l'évaluation des distances, nous avons proposé aux sondés de donner plusieurs noms de cours d'eau, pour nous permettre de procéder à la comparaison du plus petit et du plus grand des cours d'eau cités à celui « objectivement » désigné par une simulation informatique. Cette simulation a été réalisée dans le cadre de notre collaboration avec le Laboratoire d'étude des Transferts en Hydrologie et Environnement (LTHE) de Grenoble. Elle a consisté à sélectionner, sur la base des coordonnées géographiques désignant le centroïde de chaque surface communale de résidence, le talweg le plus proche et de lui attribuer l'indice de Strahler correspondant à sa hiérarchie dans le réseau hydrographique.

4.1. La conscience des temporalités et de l'intensité du phénomène

Ordre de Strahler du cours d'eau désigné comme le + proche		Meilleure réponse pour la commune concernée (Strahler simulé)				
		Rang 1	Rang 2	Rang 3	Rang 4 et +	Total
Rang 1	Count	50	14	31	3	98
	%	51,0%	14,3%	31,6%	3,1%	100,0%
Rang 2	Count	67	1	19	5	92
	%	72,8%	1,1%	20,7%	5,4%	100,0%
Rang 3	Count	37	24	8	3	72
	%	51,4%	33,3%	11,1%	4,2%	100,0%
Rang 4 et +	Count	244	56	74	165	514
	%	47,5%	10,9%	14,4%	32,1%	100,0%
NSP, réponse invalide	Count	14	6	13	3	36
	%	38,9%	16,7%	36,1%	8,3%	100,0%
Total	Count	412	101	145	149	838
	%	49,2%	12,1%	17,3%	21,5%	100,0%

TABLEAU 4.2 – Tableau de contingence issu du tri croisé entre ordre de Strahler de la rivière désignée comme la plus proche et l'ordre de Strahler objectif de la rivière la plus proche de la commune d'habitation.

La comparaison entre les cours d'eau cités et ceux issus de la simulation, montre des relations significatives présentées par le tableau 4.1. Au regard de la force des relations mises en évidence, il semble que la première réponse donnée présente généralement la plus forte relation avec les résultats de la simulation.

À l'analyse du tableau 4.2, nous pouvons faire plusieurs constatations :

- un décalage réel existe entre la perception du cours d'eau le plus proche du lieu de résidence et celui qui est objectivement le plus proche, les cours d'eau les plus gros et les plus visibles étant cités préférentiellement. Ainsi, parmi les 838 répondants à cette question, 64 % citent préférentiellement des rivières de rang 4 et supérieur, alors que ce type de cours d'eau ne côtoie que 21 % des lieux de résidence. De manière générale, les populations ont tendance à citer préférentiellement des cours d'eau de rang supérieur. Ainsi 49 % des personnes interrogées vivent à proximité d'une rivière de rang 1, alors qu'elles citent comme rivières proches des rivières de rang 2. De même, les individus habitants des communes proches de rivières de rang 2 citent plutôt celles de rang 3.
- La perception des rivières de rang 3 semble confuse. En effet, les personnes habitant à proximité sont souvent dans l'incapacité de donner une réponse valide (36 %) ou ont tendance à les négliger au profit de rivière de rang inférieur.

Revenons à la question d'origine : la taille de la rivière la plus proche (utilisant le rang simulé) a-t-elle un rapport avec la perception de la vitesse de montée des eaux des plus petits cours d'eau ? Nous observons que le croisement de ces variables ne montre aucune relation significative, le test du χ^2 affichant un résultat supérieur à 0,05. Il semble donc que les sondés ne fassent aucun lien

entre la vitesse de montée des plus petits cours d'eau et la pratique qu'ils ont de l'environnement proche de leur lieu d'habitation. Cela veut-il dire qu'ils prêtent peu d'attention à leur environnement ou qu'ils estiment que les cours d'eau proches ne sont pas concernés par des crues de ce type ?

Lorsqu'on cherche à comprendre les différences dans les réponses sur l'évaluation des temps de montée trois variables apparaissent en premier lieu : l'âge, le sexe et le secteur de résidence. Les meilleures réponses sont enregistrées auprès des moins de 25 ans et des habitants de la zone rurale ouest, la zone urbaine de Nîmes et celle d'Alès. Les hommes de plus de 65 ans, les résidents extérieurs au département et les habitants de la zone rurale est apparaissent les moins aptes à s'imaginer la vitesse de réaction des petits cours d'eau. Les femmes quant à elles préfèrent ne pas se prononcer.

4.1.4 Hauteur de submersion

Pour évaluer les représentations en terme d'intensité du phénomène, nous avons cherché à savoir comment les populations s'imaginaient les hauteurs de crues maximales lors d'événements extrêmes. Bien entendu, d'un point de vue spatial, ces niveaux de crues varient puisqu'ils dépendent de la géométrie du lit majeur et du contexte morphologique des bassins versants (cf. chapitre 2). Sur notre zone d'enquête qui recouvre aussi bien le secteur de piémont que de plaine, il est impossible de donner une hauteur valable en tout lieu, c'est pourquoi nous avons axé notre question sur une valeur maximale pouvant être atteinte.

Nous avons choisi de proposer trois modalités de réponses (50 cm, 6 ou 14 m) permettant de différencier les individus n'ayant aucune idée de l'intensité du phénomène de ceux qui ont une idée plus ou moins précise des ordres de grandeur en cause. « 14 mètres » constitue la réponse la plus appropriée et correspond à l'idée que l'on peut se faire à partir des nombreuses photos qui ont illustré l'événement de 2002, telles que celle du Pont du Gard, submergé jusqu'à la base du premier niveau d'arches hautes de 22 mètres (figure 4.2 photos a et b), ou celle du pont de Saint-Nicolas-de-Campagnac, situé en amont des gorges, haut de 17 mètres et totalement submergé par 2 m 30 d'eau (photos c et d). Ces hauteurs ne sont pas uniquement associées à cet événement exceptionnel puisque le Gardon a connu depuis l'an 1400, au moins cinq crues supérieures à celle de 2002. Dans les gorges du Gardon sur le site de « La Baume », une hauteur de crue de 14 mètres a été enregistrée en 2002, alors que ces crues « historiques » avaient atteint jusqu'à 17 mètres de hauteur (Desbordes et Lescure, 2004).

L'analyse des réponses montre que touristes et résidents ne sont que 18 % à imaginer des hauteurs de crues de 14 mètres, la plupart l'estimant plutôt à 6 mètres (voir la figure 4.3). Il existe néanmoins une différence de perception entre les deux types de population. Une plus

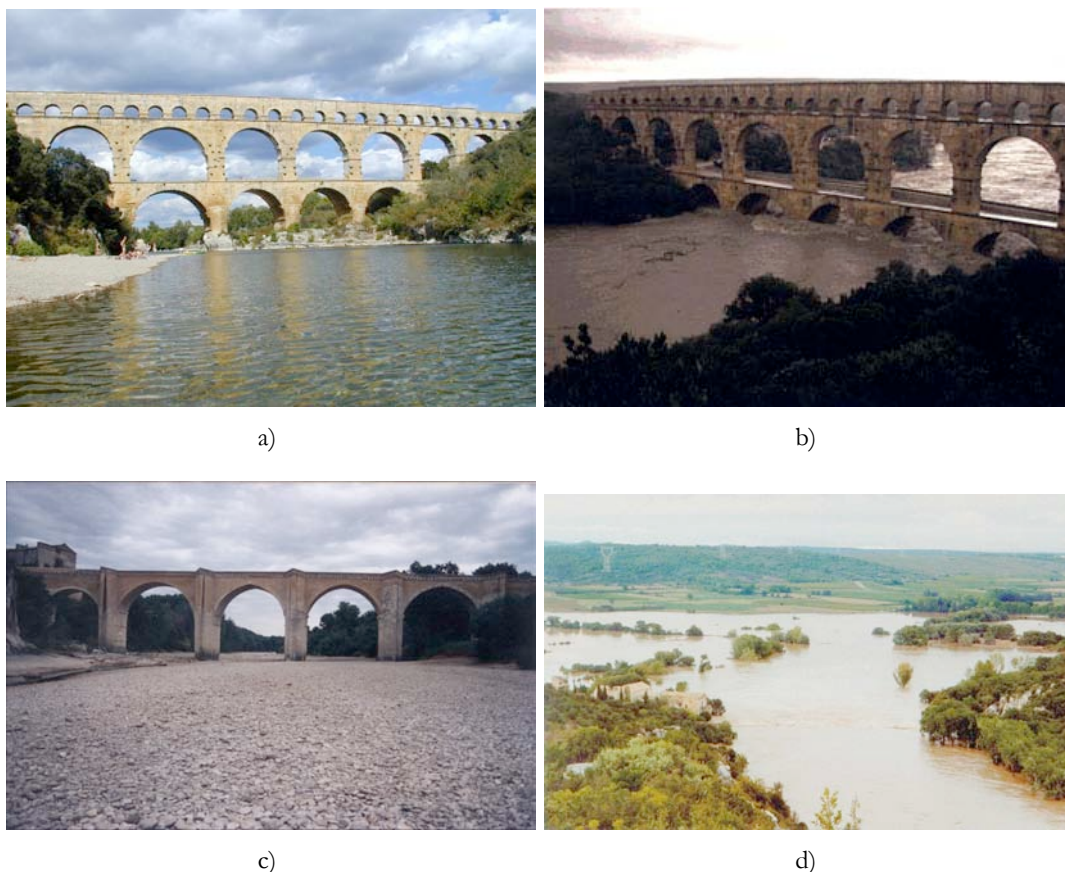


FIGURE 4.2 – Cliché des sites où les plus hauts niveaux de crue ont été mesurés pour la crue des 8 et 9 septembre 2002 dans le Gard. Clichés a et b : Le Gardon au niveau du Pont du Gard, hors crue à gauche, en crue à droite. Clichés c et d : Le Gardon au niveau du Pont de Saint-Nicolas de Campagnac, hors crue à gauche, au plus fort de la crue à droite.

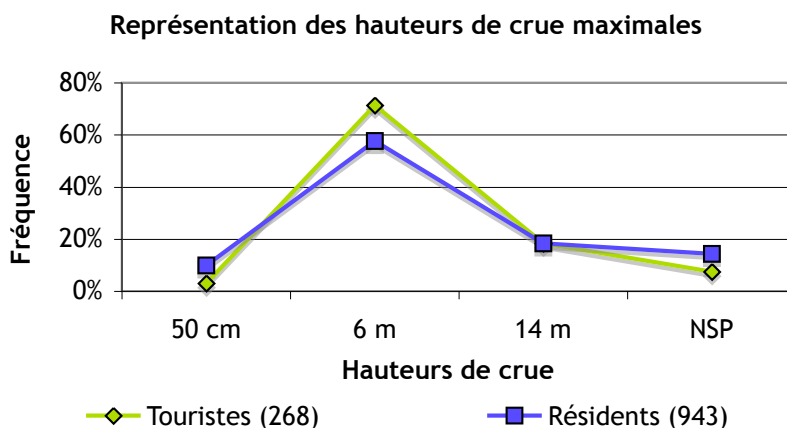


FIGURE 4.3 – Comparaison de la perception des hauteurs de crue maximales lors de l'événement de septembre 2002 entre populations touristiques et résidents du Gard. Source : Enquêtes par questionnaires, N = 1228, Gard, 2004.

forte proportion de résidents (24 % contre 10 % des touristes) semble ignorer totalement l'ordre de grandeur des crues dans le Gard. Le secteur de résidence des gardois semble aussi influencer les réponses à cette question.

À l'occasion de l'enquête par carte mentale, nous avons utilisé une autre technique pour recueillir les représentations des hauteurs de submersion maximales. Nous ne nous sommes pas basés sur une évaluation abstraite de hauteur (la perception des longueurs étant hautement subjective) mais sur une image, une photographie du Pont du Gard sur laquelle nous avons demandé aux enquêtés de nous montrer la hauteur atteinte par le Gardon lors des inondations de 2002. Cet exercice donne un résultat assez différent puisque dans ce cas, 19 % des enquêtés surestiment l'événement alors que seuls 5 % le sous-estiment. La plupart disent ne pas se rappeler et 19 % désignent un niveau d'eau correspondant à peu près à ce qui a été observé lors de cet événement. Dans ce cas, l'âge, le statut familial, l'ancienneté dans la commune et l'expérience des crues apparaissent significatifs. Les personnes ayant la moins bonne connaissance sont plutôt des personnes de 65 ans et plus (90 %) et les nouveaux arrivants dans la commune (81 %). Les personnes avec enfants à charge ont tendance à la surestimation tandis que l'expérience préalable des crues rapides influe dans le sens d'une meilleure connaissance.

Que conclure de ces résultats ? Nous pouvons constater dans un premier temps que la représentation des caractéristiques de l'aléa varie selon les variables de localisation reflétant les modes de pratique des lieux. Le pays ou secteur de résidence, le cadre de vie urbain ou rural, le temps de résidence dans la commune ou la fréquence de séjour pour les visiteurs, de même que la langue parlée constituent autant de facteurs influant sur la maîtrise cognitive de l'environnement gardois et la représentation du phénomène de crues rapides. Les variables socio-démographiques telles que l'âge et la profession interviennent, elles aussi, dans le même sens. Par contre, l'expérience des crues et la charge d'enfant interviennent plutôt dans le sens d'une représentation plus réaliste ou d'une surestimation de l'intensité du phénomène (figure 4.3).

La seconde conclusion importante de cette analyse porte sur la qualité des représentations de la vitesse de montée des cours d'eau et de l'amplitude potentielle des crues. Ainsi, quelle que soit la localisation, nous avons observé un défaut de perception concernant les plus petits cours d'eau et la violence des crues qu'ils peuvent engendrer. D'autre part, il semble que l'intensité des crues en termes d'élévation maximale du niveau de la rivière soit lui aussi sous-estimé par une grande partie des résidents et des visiteurs du Gard.

Questions	Variables significatives (Chi2 < 0,05)	Nb. Observations	V de Cramer
Risque redouté	Pays de résidence	268	
Saisonnalité	Âge	934	0,121
	Profession		0,137
	Pays de résidence	268	
	Langue	268	
Récurrence	Âge	934	0,144
	Profession		0,137
Vitesse de montée			
Comparaison Gardon/ruisseaux	Secteur résidence	200	0,252
	Urbain/Rural	200	0,197
Gardon		200	
Petits ruisseaux	Âge	934	0,098
	Genre		0,155
	Secteur résidence		0,103
	Pays de résidence	268	
Hauteur submersion	Âge	200	0,211
	Enfant scolarisé		0,233
	Expérience crue		0,305
	Temps de résidence		1,176
	Secteur résidence	934	0,106

TABLEAU 4.3 – Synthèse des variables influant les représentations de l'aléa crue rapide dans le Gard.

4.2 La représentation de l'exposition au quotidien

Après avoir évalué le niveau de connaissance des caractéristiques de l'aléa, nous pouvons envisager la façon dont les habitants du Gard se représentent leur exposition en fonction des espaces qu'ils pratiquent au quotidien.

4.2.1 Sur les lieux de résidence et d'activité

Nous avons d'abord cherché à savoir si les résidents du Gard se sentaient exposés au risque d'inondation sur leur lieu d'habitation. Il faut préciser que nous avons renoncé à recueillir ce genre d'information auprès des visiteurs du département. Le lieu d'hébergement peut varier au cours du séjour et il nous paraissait impossible de comparer leurs réponses avec les zones répertoriées comme inondables. En ce qui concerne les résidents, l'information s'avère plus utile puisqu'elle peut être comparée avec les données issues d'une étude du Conseil général concernant la proportion de la population communale résident en zone inondable (CG30 *et al.*, 2006a). L'analyse des réponses à notre enquête montre que parmi les 954 répondants 34 % ont estimé habiter en zone inondable et 2,5 % ont déclaré ne pas connaître la réponse. À l'échelle du Gard, l'étude précédemment citée a permis d'évaluer à 37 % la proportion de population résident en

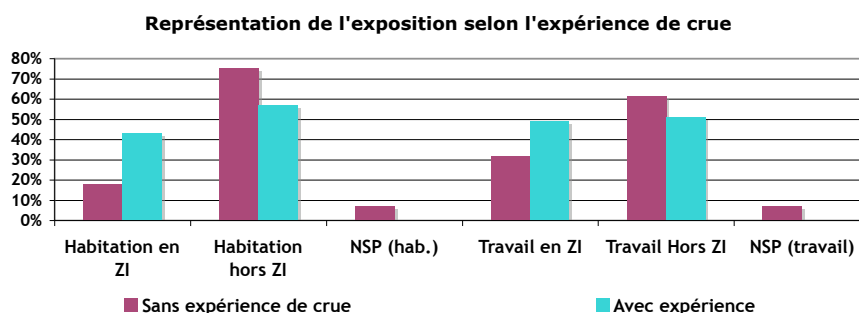


FIGURE 4.4 – Représentation de l'exposition aux crues dans les espaces quotidiens selon l'expérience de ce phénomène. Source : Enquête par carte mentale, N = 200, Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard, 2006.

zone inondable. La proximité de ces chiffres semble donc indiquer une représentation de l'exposition au risque d'inondation sur le lieu de résidence proche de l'évaluation officielle. Cependant, compte tenu du manque de représentativité spatiale de notre échantillon, il convient de considérer ce résultat avec prudence et de s'intéresser aux résultats de l'enquête par carte mentale utilisant un échantillon spatialement représentatif.

Dans ce cas, la majeure partie de l'échantillon ne pense ni habiter (63 %), ni travailler (55 %) en zone inondable. À titre de comparaison, dans la zone d'enquête, selon le Conseil général, 46 % de la population habite en zone inondable. Il semble que l'expérience des crues influence les réponses à ces deux questions. Ainsi, les personnes ayant une expérience préalable des crues ont tendance à se sentir plus exposées quel que soit le lieu (habitation ou travail) (figure 4.4).

Les personnes dont la destination se situe dans les secteurs urbains hors zone RN106, dans la zone urbaine sud ou hors du département se sentent plus exposés sur leur lieu de travail. Ce sont aussi les habitants de la zone urbaine Sud qui s'estiment les plus exposés sur le lieu de résidence. Les habitants des autres secteurs ne partagent pas ce sentiment. Ce résultat n'est guère surprenant puisque les communes de la zone urbaine sud totalisent 59 % de leur effectif de population en zone inondable. L'ancienneté dans la commune de résidence semble aussi influencer les réponses concernant le lieu de travail, les habitants les plus récents (moins d'un an) ne sachant pas répondre à cette question.

4.2.2 Le long des itinéraires principaux

Après nous être intéressés aux espaces support de pratiques sédentaires, voyons ce qu'il en est des espaces support des mobilités quotidiennes.

Nous pouvons dans un premier temps analyser l'exposition de l'ensemble des itinéraires prin-

4.2. La représentation de l'exposition au quotidien

Secteurs	ZU Sud	ZU Nord	ZR Ouest	ZR Est	Total
Nb Hab. ZI	112881	24124	1623	266	138894
Nb Hab. total	190516	78730	16962	18377	304585
% Hab. ZI	59%	31%	10%	1%	46%
% Représentation Hab. ZI	53%	26,5%	31%	25,5%	34%

TABLEAU 4.4 – Représentation de l'exposition sur le lieu de résidence en fonction du secteur d'habitation. Source : Enquête par carte mentale, N = 200, Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard, 2006.

cupaux empruntés par nos sondés. Ainsi, 3 354 portions de routes sont utilisées régulièrement par au moins une des personnes interrogées. Parmi ces tronçons, 962 soit 29 % sont sujets à coupures par fortes précipitations et seules 29 % de ces coupures sont perçues comme dangereuses (soit 8 % de l'ensemble des tronçons utilisés). S'ajoute à ces représentations basées sur la réalité des coupures, le nombre de tronçons non sujets à coupure et non perçus comme dangereux qui représentent 60 % de l'ensemble des tronçons utilisés. Par contre, sont aussi identifiés comme dangereux des tronçons routiers non sujets à coupure ; ils représentent 12 % de l'ensemble des tronçons utilisés. Nous pouvons donc en conclure que la représentation spatiale de l'ensemble des portions de routes (sujettes à coupures ou non) est conforme à la réalité des observations de la DDE pour 68 % des tronçons tout en soulignant que ce score reflète mal la faiblesse de la perception du risque sur les tronçons coupés. En effet, si l'on s'intéresse uniquement aux tronçons sujets à coupures, une grande majorité d'entre eux (71 %) ne sont pas identifiées comme dangereux.

D'un point de vue spatial, la majeure partie des tronçons de route dont les coupures sont sous-estimées se regroupe autour de trois secteurs, au Sud d'Alès, autour des tronçons centraux de la RN106 et au sud de Nîmes. Il s'agit notamment :

- de quelques tronçons de la RN110 au sud d'Alès et de nombreuses routes départementales situées entre Alès et Lédignan pour ce qui concerne le premier secteur ;
- de plusieurs tronçons de la RN106 à la hauteur de Saint Chaptès, et de tronçons de routes départementales à proximité de Vézenobres et plus au sud le long du ruisseau la Droude dans le secteur central ;
- de plusieurs sections de routes départementales dans le Sud de Nîmes, et de portions de la RN113 au niveau de Bouillargues.

Pourquoi les coupures sur ces secteurs sont-elles sous-estimées ? La configuration des lieux peut-elle donner un faux sentiment de sécurité ? Les coupures de ces tronçons sont-elles particulièrement rares ou peu dangereuses ? Sont-elles « objectivement » peu susceptibles d'être à l'origine d'accident grave en cas de forte pluie ? Ces questions restent à approfondir et peuvent constituer des pistes intéressantes de collaboration avec les services chargés des routes.

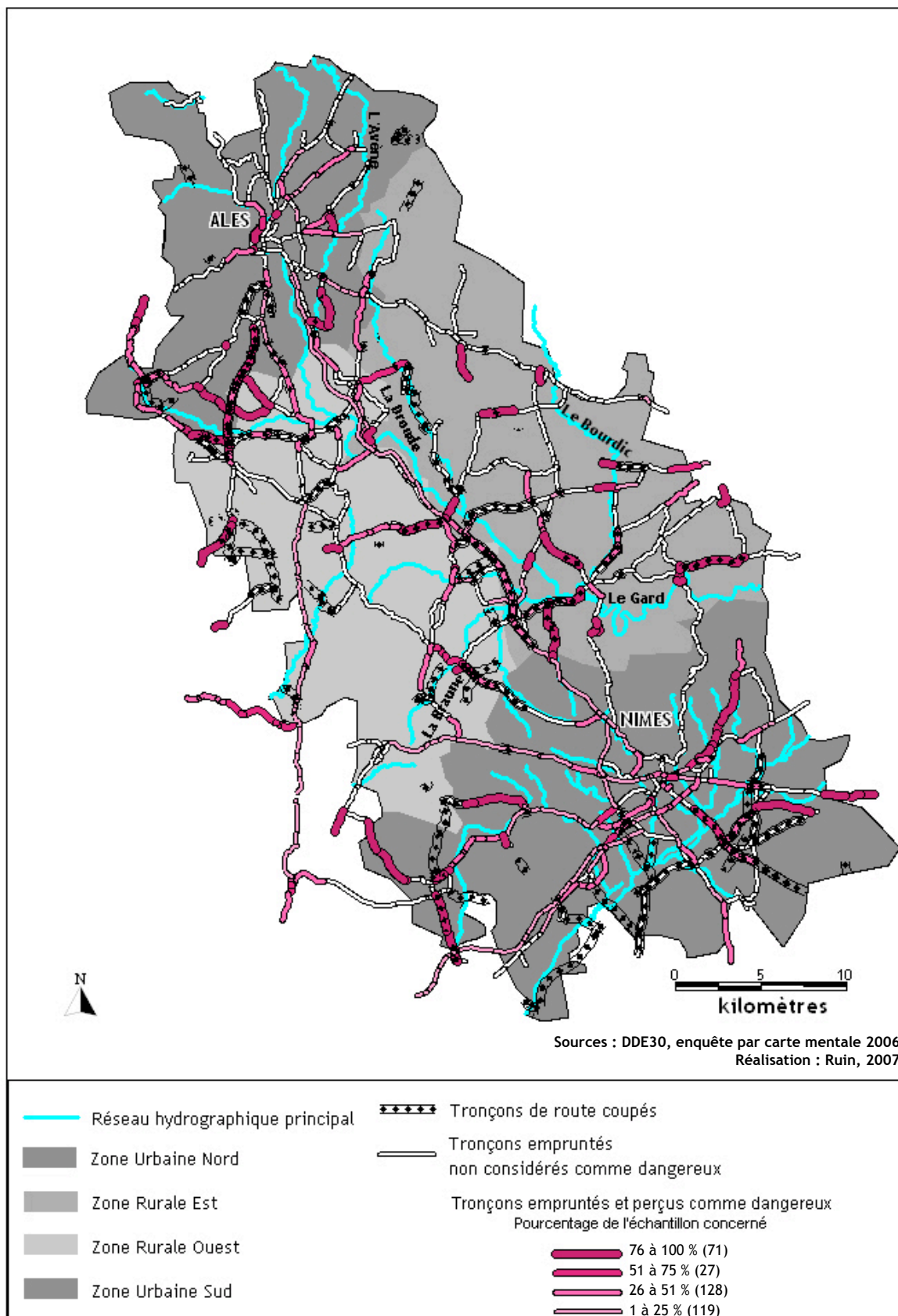


FIGURE 4.5 – Comparaison entre la représentation de l'exposition des tronçons routiers et l'emplacement des tronçons régulièrement coupés en cas de fortes précipitations dans le secteur de la RN106. Source : Enquête par carte mentale, N = 200, données DDE30, Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard, 2006.

4.2. La représentation de l'exposition au quotidien

Variables	Sous-estimation totale Ise = 1	Surestimation importante IsurE = [0,2-1]	Qualité de représentation du risque de coupure (I_{rc})			
			Conforme	Sous-représentation	Sur-représentation	Non conforme
Sexe	Non significatif	Non significatif	Non significatif			
Âge	65 ans et plus Moins de 25 ans 45-64 ans					
Niveau d'étude	Non significatif					
CSP	Inactifs	Non significatif	Ouvriers; artisans, commerçants	Inactifs; cadres, professions intellectuelles et intermédiaires	Ouvriers	Cadres, professions intellectuelles et intermédiaires
Statut familial	Sans enfant	Avec enfants	Non significatif			
Secteur résidence	Zone rurale Est; Zone urbaine Sud	Zone rurale Ouest; Zone urbaine Sud	Zone urbaine Nord	Zone rurale Est	Zone urbaine Sud; Zone urbaine Nord	Zone rurale Ouest; Zone Urbaine Sud
Type population	Non significatif	Non significatif	Non significatif			
Durée résidence	Non significatif	Non significatif				
Expérience de crue		Avec expérience				
Fréquence	34%	33,5%	18,5%	48%	14,5%	19%
Liaison entre 2 variables (test du chi2)			Force de la liaison (test du V de Cramer)			
Significatif			$p \leq 0,05$	Relation faible		$V < 0,200$
Non significatif (N.S.)			$p > 0,05$	Relation forte		$V \geq 0,200$

TABLEAU 4.5 – Synthèse des résultats des analyses bi-variées entre indice cartographique de représentation sur l'itinéraire principal, indices de sous-estimation et de surestimation avec les variables socio-démographiques et spatiales.

À l'issue de cette première analyse centrée sur les tronçons routiers, nous nous sommes focalisés sur les individus interrogés, le niveau d'exposition de leur itinéraire principal et la qualité de leur représentation du risque de coupures par submersion. À la lumière de la distribution de l'indice d'exposition (figure 3.8), nous pouvons constater qu'une moitié de notre échantillon utilise des itinéraires faiblement à très faiblement exposés et 22 % de l'échantillon empruntent des itinéraires non sujets à coupures. À l'inverse, 18,5 % des individus utilisent des itinéraires particulièrement exposés, composés d'autant de tronçons sujets à coupures que de tronçons non submersibles. Du point de vue de la représentation des risques de coupures, d'après les indices de sous-estimation et de surestimation, il apparaît clairement que la tendance générale est à la sous-estimation puisque 50 % de l'effectif dispose d'un indice de sous-estimation au moins égal à 0,68 alors que la valeur médiane de l'indice de surestimation est de 0,11 (table 3.6, figure 3.9). De plus, 1/3 de notre échantillon sous-estime totalement les tronçons coupés sur leur itinéraire habituel (table 4.5). L'indice de représentation cartographique (I_{rc}) prenant en compte à la fois la sous-estimation et la surestimation, indique une représentation conforme à la réalité pour 18,5 % des sondés, alors qu'ils sont 48 % à avoir une nette tendance à sous-estimer le risque de coupures du réseau et 19 % à avoir une représentation du risque de coupures très éloignée de la réalité.

À l'issue de ces observations générales, nous avons cherché à savoir si la qualité des représentations associées au risque de coupures avait un lien avec certaines caractéristiques socio-démographiques et spatiales. Le résultat de nos analyses synthétisé dans le tableau 4.5 montre

que trois variables sont fortement reliées à la pertinence des représentations ; il s'agit de la catégorie socio-professionnelle, du secteur de résidence et du statut familial. Ainsi, les ouvriers et les artisans-commerçants se représentent les risques de coupures de la façon la plus réaliste, même si les premiers ont parfois tendance à la surestimation. Par contre, les inactifs, et la catégorie réunissant les cadres et professions intellectuelles et intermédiaires ont plutôt tendance à sous-estimer le risque ou à se le représenter de façon très éloignée de la réalité, surtout pour les seconds. En ce qui concerne le secteur de résidence, les habitants de la zone urbaine nord (secteur d'Alès) sont les plus nombreux à disposer d'une représentation proche de la réalité au contraire des habitants de la zone rurale ouest et de la zone urbaine sud (autour de Nîmes). Les résidents de la zone rurale est sont une majorité à sous-estimer le risque. Enfin, le statut familial n'apparaît significatif que pour les indices de sous-estimation et de surestimation, les familles ayant des enfants à charge présentant une tendance à surestimer le risque de coupures sur leur itinéraire.

En complément de ces variables qui apparaissent comme assez fortement liées aux représentations, nous observons que l'âge et l'expérience des crues peuvent aussi influencer celles-ci. Ainsi, l'expérience des crues favorise la surestimation des risques et l'âge apparaît plutôt significatif en matière de sous-estimation, les plus âgés (>65 ans) et les plus jeunes (<25 ans) étant les catégories d'âge les plus concernées.

En conclusion de cette analyse relative à la représentation de l'exposition, nous pouvons souligner un net déficit de représentation de l'exposition sur la route en comparaison des représentations sur le lieu de résidence et d'activité (table 4.6). Nous n'avons aucune donnée sur le niveau d'exposition des lieux de travail cependant nous pouvons constater que les représentations de l'exposition associées à ce lieu présentent les valeurs les plus fortes.

Au chapitre 3, nous avons évoqué à titre d'hypothèse un lien entre représentations et pratiques spatiales ; il semble que nous en ayons ici une première confirmation. Ainsi, les déplacements effectués en voiture, c'est-à-dire coupés de l'environnement extérieur et, qui plus est, effectués à grande vitesse s'avèrent engendrer des représentations bien moins précises que dans les espaces pratiqués plus tranquillement. Par ailleurs, nous pouvons faire l'hypothèse que la différence de représentation entre exposition sur le lieu d'habitation et le lieu de travail, n'est pas uniquement liée au mode et au niveau de pratique de ces espaces mais qu'elle est aussi fonction de la valeur affective accordée aux lieux. En effet, il semble que le lieu de travail soit ressenti comme plus exposé que celui de résidence. Nous pouvons imaginer que cela soit en partie dû au sentiment de sécurité, au « *ressenti d'aise important* » tel que le soulignait Dubois (2004) généralement associé au « *chez-soi* ».

4.3. La représentation des situations de grande vulnérabilité

Variables	Lieu résidence	Lieu de travail	Itinéraire principal
% Exposition	46%	?	29%
Représentation de l'exposition	37%	45%	8%
Variables corrélées	Expérience crue	Secteur de destination	Secteur de résidence
	Secteur de destination	Expérience crue	Profession
	Secteur de résidence	Temps résidence	
Force de la liaison (test du V de Cramer)			
Relation faible	$V < 0,200$	Relation forte	$V \geq 0,200$

TABLEAU 4.6 – Synthèse des résultats et facteurs explicatifs de la représentation de l'exposition dans l'environnement quotidien Gardois.

4.3 La représentation des situations de grande vulnérabilité

Le degré d'exposition ressenti ne conduit pas nécessairement à éprouver un sentiment de vulnérabilité, aussi nous sommes nous attachés à saisir l'importance de facteurs plus contextuels, en distinguant notamment la représentation du danger liée aux modes de déplacement de celle associée aux espaces pratiqués quotidiennement.

4.3.1 ... Liées aux pratiques spatiales quotidiennes

Nos questions concernant les modes de déplacement visaient à évaluer les hauteurs d'eau considérées comme dangereuses pour les piétons et les automobilistes. En effet, plusieurs études ont prouvé la dangerosité associée à l'utilisation d'un véhicule en période de crue. Deux éléments peuvent être évoqués pour expliquer la forte proportion de décès parmi les automobilistes. Le premier est lié à la faible hauteur d'eau nécessaire pour déstabiliser et emporter une voiture lors d'une submersion de la route. En second lieu, nous pouvons faire l'hypothèse que le défaut de perception de ces hauteurs d'eau par les automobilistes peut conduire à des comportements dangereux.

Dans le cas d'une voiture, les lois de la physique nous rappellent qu'une voiture commence à flotter dès que la force exercée par la poussée d'Archimède est supérieure au poids du véhicule. Ainsi, pour une voiture d'une tonne, de 4 m de long et 1,7 m de large, il suffit de 15 cm d'eau au dessus du bas de caisse pour soulever la voiture, et cela sans compter un éventuel courant ou la forte compétence de l'écoulement liée au transport de matériaux divers. Ainsi, si l'on considère que le bas de caisse est haut de 25 cm en moyenne pour une voiture classique, il suffit de 40 centimètres d'eau avec un peu de courant pour emporter celle-ci (figure 4.6).



FIGURE 4.6 – Hauteur d'eau nécessaire pour faire flotter et emporter une voiture classique.

Dans le cas d'un piéton, plusieurs études expérimentales ont été conduites pour calculer le flux (produit de la vitesse par la hauteur d'eau) nécessaire pour déstabiliser un individu marchant dans le courant. Une étude de l'université d'Helsinki (2000) a trouvé des valeurs de flux variant entre 0.64 et 1.26, les valeurs les plus fortes étant valables pour des individus grands et lourds. Abt *et al.* (1989), ont eux conclu de leurs expériences que la limite de sécurité était atteinte avec une valeur de flux égale à un. Des résultats similaires ont été obtenus en Australie (EMA, 1999 ; Government, 1986). En utilisant la valeur de flux égale à un, nous pouvons considérer que, sans courant, un adulte moyen reste stable jusqu'à atteindre une profondeur d'un mètre d'eau. Si l'on rajoute un courant moyen d'environ 1,5 m/s, il suffit alors de 70 cm d'eau pour déstabiliser la personne.

L'analyse des réponses à ces questions montre en premier lieu, que quelque soit le type de population, la représentation des hauteurs d'eau dangereuses varie peu en fonction du mode de déplacement (figure 4.7). Dans le détail, les courbes associées à la voiture ont des pentes légèrement plus faibles que celles représentant les déplacements piétonniers alors que la hauteur d'eau susceptible d'emporter une voiture est plus faible. Par ailleurs, il semble que les touristes affichent une perception un peu plus proche de la réalité, notamment en ce qui concerne les déplacements piétonniers. Ils sont 39 % à estimer que 70 cm d'eau sont nécessaires pour emporter une personne alors que 34 % des résidents partagent cet avis. Si l'on regarde la fréquence cumulée, 80 % des visiteurs pensent qu'il faut au maximum 70 cm contre 69 % des résidents. Il semble donc que les résidents aient plus tendance à sous-estimer le danger associé aux déplacements piétonniers que les touristes. Les chiffres indiquent qu'ils sont 27 % à estimer que le seuil de dangerosité se situe à 1 mètre pour un adulte en bonne santé. Cette valeur pourrait être considérée comme valable sans courant, cependant notre question précisait justement le contraire.

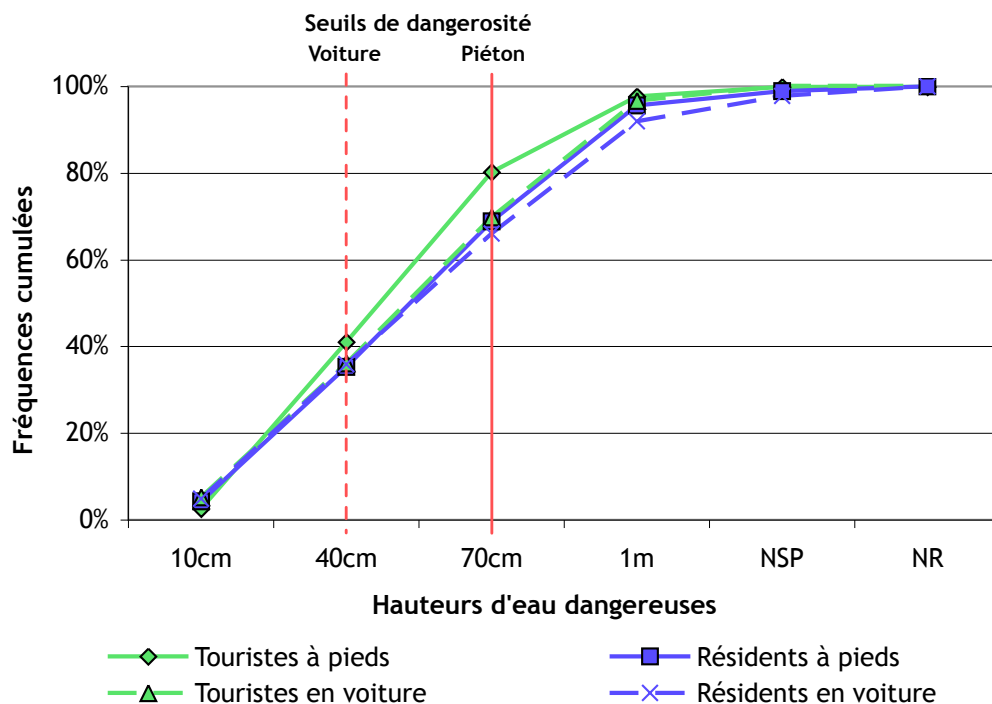


FIGURE 4.7 – Représentations des hauteurs d’eau nécessaires pour emporter un homme ou une voiture selon le type de population. Source : Enquêtes résidents et touristes 2004-2006, N = 1428, Gard.

Concernant les déplacements automobiles, la différence entre les deux catégories de population est peu sensible. 64 % des personnes interrogées surestiment ou ignorent la hauteur d’eau capable d’emporter une voiture et sous-estime donc le danger pour 40 cm de hauteur d’eau. Ces résultats semblent confirmer notre hypothèse selon laquelle le fort risque d’accident parmi les automobilistes n’est pas uniquement le fait d’une plus grande vulnérabilité des véhicules aux inondations mais aussi le résultat d’une sous-estimation des hauteurs d’eau dangereuses pour les déplacements motorisés. Nous retrouvons encore ici les idées de Dubois (2004) et Piveteau (2006) considérant l’univers de l’automobile comme un « *chez-soi* » sécurisant et un outil de « *surpuissance* » du corps.

Les réponses à ces questions s’avèrent liées à plusieurs variables socio-démographiques et spatiales. Il existe une relation entre la question concernant la voiture et le type de population, le secteur de résidence, l’âge, le statut familial, la profession et le genre. Ainsi, 65 % des urbains ont plutôt tendance à sous-estimer le risque en voiture ; c’est notamment le cas des résidents de la zone urbaine Sud (69 %). C’est aussi le cas des moins de 25 ans. Inversement, les habitants de la zone rurale est (23 %), les personnes ayant des enfants à charge (34 %) et les plus de 65 ans (20 %) sont moins nombreux à le sous-estimer. Si l’on s’attache à la représentation des circonstances des accidents fatals, il semble pourtant que l’utilisation de la voiture soit bien identifiée comme la cause principale du risque (61 %) les déplacements à pied arrivant en seconde position (37 %). Là encore,

les urbains se distinguent et estiment à 46 % que le danger à pied est plus important. Sur la base des observations faites lors des entretiens, il semble que les accidents très médiatisés impliquant des piétons aspirés dans des bouches d'égouts ne soient pas étrangers à cette perception urbaine. Le risque d'être « fauché » par des objets emportés par le courant et rendu invisibles par les eaux boueuses a aussi été évoqué.

Ces résultats semblent confirmés par la question concernant les circonstances du sentiment de plus forte vulnérabilité puisque 96 % des personnes interrogées estiment que c'est sur la route qu'ils se sentent les plus vulnérables. Il semble y avoir une relation entre ce sentiment de vulnérabilité et le secteur de destination, les automobilistes qui sortent du département (84 %) ou qui se dirigent vers la zone rurale ouest (89 %) ont une tendance moins forte à désigner la route comme particulièrement dangereuse en cas de crue.

Enfin, par le biais d'une question ouverte, nous nous sommes intéressés aux représentations du danger en fonction du mode de locomotion. Si 51 % des individus interrogés indiquent qu'aucun véhicule n'est sûr en cas d'inondation, 12,5 % citent les déplacements pédestres et 10 % l'utilisation d'un 4x4 comme moyens de déplacement les moins dangereux dans ces conditions.

4.3.2 ... Sur la route

L'utilisation de la voiture en temps de crise étant finalement bien identifiée comme une activité dangereuse, nous avons par ailleurs cherché à savoir si les automobilistes, interrogés sur leurs itinéraires habituels par le biais des cartes mentales, associaient ces itinéraires à l'idée de danger lors de l'activation des niveaux de vigilance orange et rouge de Météo France (figure 4.8). Nos résultats montrent que le niveau de vigilance orange est associé à l'idée de danger sur la route pour 55 % des personnes interrogées alors que le niveau de vigilance rouge est perçu comme tel par 80 % de l'échantillon. Nous verrons dans l'analyse des décès de la crue de 2002, qui fera l'objet du chapitre 5, que le niveau de vigilance orange n'est pourtant pas à négliger. Les réponses à ces questions s'avèrent assez fortement reliées à l'expérience des crues et au temps de résidence dans la commune, le danger étant plus faiblement ressenti par les personnes inexpérimentées ou habitant la commune depuis moins d'un an. En ce qui concerne la vigilance orange, la catégorie socio-professionnelle semble aussi jouer un rôle, les ouvriers et les inactifs ayant plutôt tendance à sous-estimer le danger annoncé par ce niveau de vigilance.

Nous nous sommes par ailleurs intéressés aux représentations du danger associées à certaines morphologies routières (figure 4.7). Au regard de ces résultats, il semble que les portions routières en forme de cuvette soient les plus craintes. Viennent ensuite les routes en bordure de rivière, les routes dominées par des pentes et enfin les ponts enjambant les rivières.

4.3. La représentation des situations de grande vulnérabilité

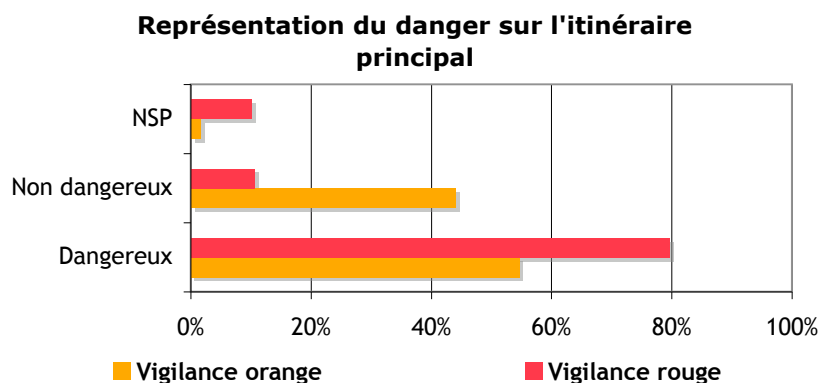


FIGURE 4.8 – Représentation du danger associés à l’itinéraire principal pour un niveau de vigilance orange ou rouge déclaré par Météo France. Source : Enquête par carte mentale, N = 200, Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard, 2006.

Représentation du niveau de danger	Faible	Moyen	Fort	NSP
Sur un pont enjambant une rivière en crue	10%	38%	49%	4%
Sur une route longeant une rivière en crue	3%	26%	70%	2%
Sur une route en cuvette	3%	12%	84%	2%
Sur une route dominée par des pentes	12%	33%	53%	3%

TABLEAU 4.7 – Représentation des niveaux de danger associés à différentes morphologies routières. Source : Enquête par carte mentale, N = 200, Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard, 2006.

Variables	H. d'eau dangereuse Piéton	H. d'eau dangereuse Voiture	Circonstances accidents fatals	Circonstances de grande vulnérabilité
Âge	Vc = 0,182	Vc = 0,219		
Genre	Vc = 0,176	Vc = 0,126		
Enfant scolarisé		Vc = 0,176		
Profession		Vc = 0,133		
Urbain/Rural	Vc = 0,199	Vc = 0,373	Vc = 0,210	
Secteur de résidence		Vc = 0,242		
Secteur de destination				Vc = 0,223

Force de la liaison (test du V de Cramer)			
Relation faible	V < 0,200	Relation forte	V ≥ 0,200

TABLEAU 4.8 – Synthèse des facteurs explicatifs de la représentation des circonstances de plus grande vulnérabilité dans l’environnement quotidien gardois.

À l'issue de cette section consacrée à la représentation des situations de grande vulnérabilité, nous avons montré que la représentation du danger en cas de crue rapide est bien associée à l'idée de déplacements motorisés. Cependant, même si la quasi totalité de l'échantillon se sent personnellement concernée par ce problème, une grande majorité ne s'imagine pas quelle hauteur d'eau est dangereuse en voiture, alors qu'elle se l'imagine beaucoup mieux dans le cas de déplacements pédestres. Le problème ne viendrait donc pas d'une sous-estimation du risque d'accident routier en temps de crue mais bien d'une difficulté à évaluer les seuils de dangerosité associés à la hauteur d'eau et la vitesse du courant.

Par ailleurs, il est intéressant de constater que si une route en cuvette paraît dangereuse à la plus grande partie de notre échantillon, c'est beaucoup moins le cas des ponts traversant le réseau hydrographique ou des pentes, qui peuvent faire l'objet de glissement de terrain ou d'écoulements torrentiels violents. D'ailleurs, les personnes déclarant avoir déjà fait l'expérience de crue rapide estiment les routes dominées par des pentes plus dangereuses que les autres morphologies routières proposées.

Enfin, si la perception de la dangerosité des déplacements en temps de crue est acquise, il semble que le problème se situe davantage dans l'évaluation de ce qu'est une situation de crue, et plus particulièrement de la reconnaissance de ce qui constitue le signal de début d'une situation de crise digne d'attention. Ainsi, les bulletins de vigilance météorologique devraient servir de mise en alerte et si, c'est en grande partie, le cas pour le niveau de vigilance rouge, le niveau orange ne semble pas en mesure de susciter autant de réactions. Près de la moitié des personnes interrogées ne l'associe pas à la potentialité de danger sur leur itinéraire principal.

4.4 Pratiques de mobilités quotidiennes et représentation du risque

Comme nous l'avons évoqué dans le premier chapitre, les déplacements effectués lors d'une crise associée à l'occurrence de crues rapides sont la cause de nombreux accidents aux conséquences mortelles. Ces déplacements en période de crise sont en grande partie générés par les activités quotidiennes (Coates, 1999 ; Ruin et Lutoff, 2004). Ceci tendrait donc à prouver que les mobilités quotidiennes, en plus du risque communément admis d'accident de la circulation, puissent être la source d'un risque supplémentaire, dans un département particulièrement sujet aux crues rapides. Ce risque peut être envisagé selon deux aspects. Celui qui vient en premier à l'esprit considère l'exposition physique des usagers de la route aux coupures du réseau routier. Le second, rarement pris en considération, s'intéresse aux représentations spatiales du danger de coupures du réseau routier, telles que nous venons de les décrire. Ainsi, nous avons examiné le

lien entre représentation spatiale du risque de coupures par submersion et caractéristiques socio-démographiques et spatiales des individus. À l'issue de cette première analyse, il semble que le lieu de résidence, la catégorie socio-professionnelle et le statut familial jouent un rôle non négligeable en matière de représentation spatiale. Or ces caractéristiques personnelles sont aussi foncièrement liées aux différents types de mobilités quotidiennes. Ceci conduit donc inévitablement à émettre l'hypothèse que le type de mobilités quotidiennes peut conditionner la nature du risque associé à l'utilisation d'un véhicule en situation de crise hydraulique, soit par le niveau d'exposition physique qu'il génère, soit par la pertinence des représentations spatiales qui en découlent. C'est cette hypothèse que nous nous proposons de tester maintenant.

4.4.1 Les pratiques de mobilités dans le secteur de la RN106 entre Nîmes et Alès

Nous proposons dans cette section d'analyser les pratiques de mobilité des 200 usagers du réseau que nous avons soumis à l'exercice de la carte mentale. Nous tâcherons ensuite de tester s'il existe un lien entre ces pratiques et les indices d'exposition et de représentation cartographique du risque dont nous avons détaillé la construction au chapitre 3. Dans ce but, nous baserons nos investigations sur les réponses des usagers aux questions concernant leur commune de destination principale, le motif et la fréquence de leurs déplacements et leur moyen de transport.

D'après nos analyses, dans le secteur étudié, les déplacements sont principalement motivés par l'activité professionnelle, dans 39 % des cas, suivis des besoins physiologiques (ravitaillement le plus souvent) et de la vie sociale qui sont respectivement à l'origine de 26 % des déplacements principaux à l'échelle de notre échantillon. Notre échantillon présente un taux de déplacements lié au travail nettement plus élevé que les chiffres de l'INSEE¹ pour la région méditerranéenne qui ne s'élèvent qu'à 26 %. Ceci peut s'expliquer par la forte proportion de personnes actives au sein de notre échantillon.

Notons que les tris croisés ont fait ressortir une dépendance entre le motif du déplacement et la catégorie socio-professionnelle (tableau 4.9). Les inactifs ont tendance à se déplacer principalement pour le ravitaillement (44 %) alors que les autres catégories socioprofessionnelles avec une moyenne de 52 %, se déplacent plutôt pour leur travail. L'âge, le sexe et le fait de vivre avec des enfants s'avèrent aussi des variables influençant le motif de déplacement. Ainsi, 60 % des plus de 65 ans se déplacent pour leur ravitaillement contre une moyenne de 26 % pour les autres classes d'âge, les moins de 25 ans se déplaçant en majorité pour des activités de sociabilité. Les femmes partagent leurs déplacements presque équitablement entre leur vie sociale, leur activité professionnelle, et les besoins physiologiques alors que la moitié des déplacements des hommes

1. Enquête INSEE emploi du temps 1998-1999

Variables	Secteur résidence	Secteur Destination	Motif déplacement	Fréquence déplacements	Moyen transport	Longueur itinéraire (Nb de tronçons)
Sexe	N.S.	N.S.	V = 0,235	V = 0,278	N.S.	N.S.
Âge	N.S.	N.S.	V = 0,192	N.S.	V = 0,213	N.S.
Niveau d'étude	V = 0,19	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
CSP	N.S.	N.S.	V = 0,318	N.S.	V = 0,302	N.S.
Statut familial	N.S.	N.S.	V = 0,246	V = 0,222	N.S.	N.S.

Liaison entre 2 variables (test du chi2)		Force de la liaison (test du V de Cramer)	
Significatif	$p \leq 0,05$	Relation faible	$V < 0,200$
Non significatif (N.S.)	$p > 0,05$	Relation forte	$V \geq 0,200$

TABLEAU 4.9 – Synthèse des relations statistiques entre variables de mobilité et variables socio-démographiques.

est consacrée aux trajets domicile-travail. La présence d'enfant dans le foyer diminue la proportion des trajets consacrés à la vie sociale et aux loisirs, au profit des trajets domicile-travail. Ceci s'explique principalement par les classes d'âge concernées, les parents dont les enfants vivent encore au foyer faisant plutôt partie de la population active.

En ce qui concerne la fréquence du déplacement, les déplacements quotidiens sont prépondérants pour 38 % des personnes interrogées. Ensuite, 27 % des sondés effectuent le même trajet plusieurs fois par semaine et 18 %, seulement une fois par semaine, les 17 % restant se déplaçant beaucoup plus occasionnellement. Une relation de dépendance très forte avec le motif du déplacement a pu être mise en exergue ($V_c = 0,501$), de même qu'avec le secteur de destination. 84 % des personnes se déplaçant tous les jours se rendent à leur travail, 44 % des personnes se déplaçant au moins une fois par semaine le font pour leur ravitaillement et 63 % des personnes se déplaçant au moins une fois par mois le font pour des activités de sociabilité ou pour leurs loisirs. La quasi totalité des déplacements de notre échantillon s'effectue en transport individuel, cette variable n'est donc guère utile à notre typologie.

Enfin, en ce qui concerne les trajets, il existe une liaison importante entre secteur de résidence et secteur d'activité ($V_c = 0,353$). Ainsi, 34 % de notre échantillon se déplacent vers une commune de destination située dans le même secteur que celui où ils habitent. Cela concerne en particulier les habitants de la Zone Urbaine Nord autour d'Alès (55 %) et ceux de la Zone Urbaine Sud, autour de Nîmes (47 %). Les résidents du secteur de Nîmes sont aussi les plus nombreux à se déplacer hors du département (18 % contre 6 % en moyenne) ou vers d'autres secteurs urbains hors de notre zone d'étude. Les habitants des deux zones rurales ont plutôt tendance à quitter leur zone d'habitation pour rejoindre leur destination principale située en zone urbaine. C'est le cas pour 90 % des sondés de la zone rurale Ouest qui se dirigent préférentiellement vers la zone urbaine d'Alès (40 % contre 30 % en moyenne sur l'ensemble des secteurs d'origine) ou de

Nîmes (36 % contre 33 % en moyenne). Les habitants de la zone rurale Est sont 71 % à quitter leur secteur d'habitation lors de leurs trajets habituels ; ils se tournent principalement vers la zone urbaine de Nîmes (39 % contre 33 % en moyenne). L'intensité de la liaison entre le secteur de résidence et d'activité est encore plus forte lorsqu'on se focalise sur les trajets domicile-travail ($V_c = 0,462$). Dans ce cas, une plus grande proportion de personnes travaillent dans le même secteur que celui où ils habitent (44 % tous secteurs confondus). C'est surtout le cas pour 79 % des habitants de la zone urbaine d'Alès et 58 % du secteur de Nîmes.

À partir de ces premiers traitements concernant les mobilités, nous pouvons constater que les caractéristiques socio-démographiques des individus sont principalement liées à la nature des déplacements, c'est-à-dire au pourquoi, quand et comment du déplacement. Par contre, il n'existe pas de relation notable entre les modalités de l'itinéraire (commune de départ, commune d'arrivée et longueur de l'itinéraire) et les caractéristiques personnelles. Toutefois, comme nous l'avons observé précédemment, certaines caractéristiques socio-démographiques et spatiales (secteur de résidence) influencent les représentations du risque de coupure par submersion du réseau routier. Nous pouvons donc maintenant nous interroger sur le lien entre les pratiques de mobilités, le niveau d'exposition des itinéraires et les représentations du risque qui y sont associées.

4.4.2 Les mobilités à risque dans le Gard

Dans un premier temps, nous avons testé la liaison des variables deux à deux (tableau 4.10). Cette analyse nous permet de constater qu'il existe effectivement des liens entre certaines modalités de mobilité, l'exposition des itinéraires et les représentations qu'en ont les usagers. Cette première étape permet de désigner le secteur de résidence, la longueur de l'itinéraire, le secteur de destination et dans une moindre mesure la fréquence des déplacements comme des variables influant sur l'exposition et /ou les représentations. À ce niveau de l'analyse, nous pouvons constater que le motif de déplacement et le moyen de transport ne semblent avoir aucune influence même si ces variables sont indissociables des caractéristiques socio-démographiques (tableau 4.9) et donc de la constitution de profils de mobilités.

L'indice d'exposition de l'itinéraire s'avère lui aussi fortement lié ($V = 0,423$) à la représentation du risque sur les routes. Ainsi, les usagers d'itinéraires très faiblement exposés, ont le plus souvent une représentation conforme du risque de coupure, voire légèrement surestimée. Les usagers d'itinéraires faiblement à fortement exposés ont plutôt tendance à sous-estimer le risque ou à construire des représentations totalement éloignées de la réalité surtout dans le cas d'itinéraires moyennement exposés. Ces résultats peuvent s'expliquer en partie par la relation entre les indices d'exposition et de représentation avec la longueur des itinéraires. En effet, les itinéraires les plus courts (inférieurs à 10 tronçons) sont les moins exposés et ceux qui recueillent la plus

Variabiles	Secteur résidence	Secteur Destination	Motif déplacement	Fréquence déplacements	Moyen transport	Longueur itinéraire (Nb de tronçons)
Indice d'exposition (Ie)	V = 0,168	V = 0,278	N.S.	V = 0,189	N.S.	V = 0,216
Indice de sous-estimation(Ise)	V = 0,201	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	V = 0,225
Indice de surestimation (Isure)	V = 0,227	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Indice de représentation cartographique (Irc)	V = 0,228	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.	V = 0,197

Liaison entre 2 variables (test du chi2)		Force de la liaison (test du V de Cramer)	
Significatif	$p \leq 0,05$	Relation faible	$V < 0,200$
Non significatif (N.S.)	$p > 0,05$	Relation forte	$V \geq 0,200$

TABLEAU 4.10 – Synthèse des relations statistiques entre variables de mobilité et indices d'exposition et de représentation issus de l'analyse des cartes mentales.

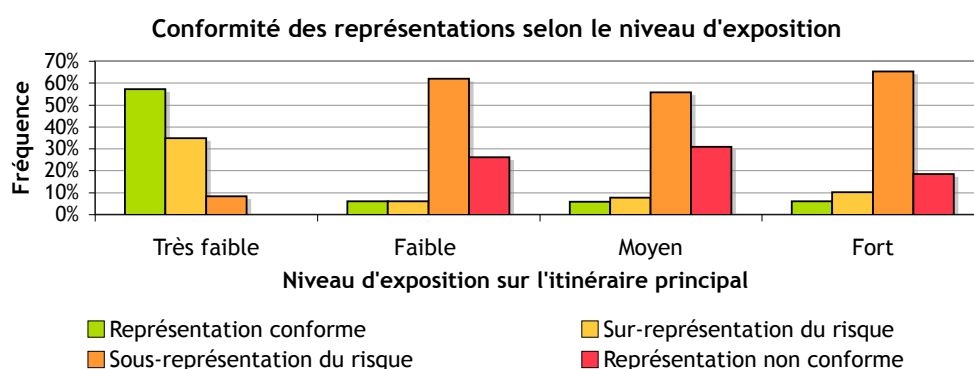


FIGURE 4.9 – Relation entre niveau d'exposition de l'itinéraire et l'indice de représentation cartographique sur les routes du Gard. Source : Enquête par carte mentale, N = 200 Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard, 2006.

forte proportion de représentation « conforme » à la réalité.

Dans l'objectif d'approfondir ces premières investigations et de visualiser l'ensemble des relations entre les variables de mobilité, l'exposition et la représentation du risque de coupures routières, nous avons procédé à une analyse des correspondances multiples (ACM) combinée à une classification ascendante hiérarchique (CAH) à partir des variables qui nous sont apparues comme les plus pertinentes à l'issue des analyses bivariées précédemment explicitées. Ces opérations ont permis de réaliser une typologie des mobilités associées à divers niveaux de risques.

Nous avons réalisé cette typologie sur l'ensemble de notre échantillon de 200 individus à l'aide du logiciel SPAD. Nous avons choisi de retenir 11 variables, 7 actives comprenant 33 modalités servant à la construction de la typologie et 4 variables socio-démographiques représentant 20 modalités non prises en compte dans la constitution des classes mais servant à illustrer celles-ci (le détail de la méthode d'analyse ainsi que les tableaux de résultats figurent en annexe). Les 7 variables actives comprennent le secteur de résidence, le secteur de destination, la longueur de

4.4. Pratiques de mobilités quotidiennes et représentation du risque

Axe 1 (9,63 %)	Axe 2 (8,64 %)	Axe 3 (7,55 %)	Axe 4 (6,6 %)
– indice d'exposition (22,5 %) – secteur de destination (19,2 %) – indice de représentation (16 %) – longueur de l'itinéraire (15,9 %)	– motif de déplacement (24 %) – secteur d'habitation (20 %) – fréquence du déplacement (19 %)	– motif de déplacement (36 %) – fréquence du déplacement (30 %)	– secteur de destination (22 %) – indice de représentation (21 %) – secteur d'habitation (16 %)

TABLEAU 4.11 – Variables contribuant à la définition des 4 premiers axes factoriels. Le pourcentage de contribution des variables apparaît entre parenthèses.

l'itinéraire, le motif et la fréquence de déplacement, l'indice d'exposition, et l'indice de représentation cartographique issus de l'analyse des cartes mentales. Le sexe, la classe d'âge, le statut familial (avec ou sans enfant) et la catégorie professionnelle intervenant comme variables illustratives.

L'analyse des correspondances multiples montrent que l'ensemble de l'information est représentée sur 25 axes factoriels, le premier totalisant 9,63 % de l'information. L'analyse des quatre premiers axes permet de visualiser 32 % de l'information ce qui est suffisant pour identifier les modalités prépondérantes et leurs interrelations.

Les principales variables contributives des quatre premiers axes confirment nos premières observations issues des analyses bi-variées (tableau 4.11). En effet, les relations s'organisent autour de deux types d'informations, celles associées aux itinéraires (points de départ et d'arrivée, longueur, exposition et représentation) d'une part, et celles associées à la nature des mobilités (motif, fréquence, point de départ) d'autre part. Le lien entre les deux semble se faire par le secteur de résidence.

Les usagers du réseau routier entre Nîmes et Alès sont caractérisés d'abord par le fait d'être exposés très faiblement ou moyennement sur leur itinéraire principal (opposition sur le premier axe, figure 4.10). À cette différenciation s'ajoutent les modalités caractérisant l'itinéraire telles que le secteur de destination, la représentation du risque et la longueur de l'itinéraire. Ainsi se distinguent les usagers d'itinéraires courts très faiblement exposés à destination d'Alès ayant une représentation conforme des coupures, des usagers d'itinéraires très longs moyennement exposés, se dirigeant hors du département et présentant une représentation non conforme à la réalité des coupures. La population se discrimine ensuite selon la nature du déplacement dégagée par le second axe. S'opposent ainsi les déplacements occasionnels à vocation de loisir associés au secteur d'habitation d'Alès, aux migrations alternantes en provenance de la zone rurale située à l'est de la RN106.

Suite à la classification ascendante hiérarchique, nous retenons une partition en 6 classes

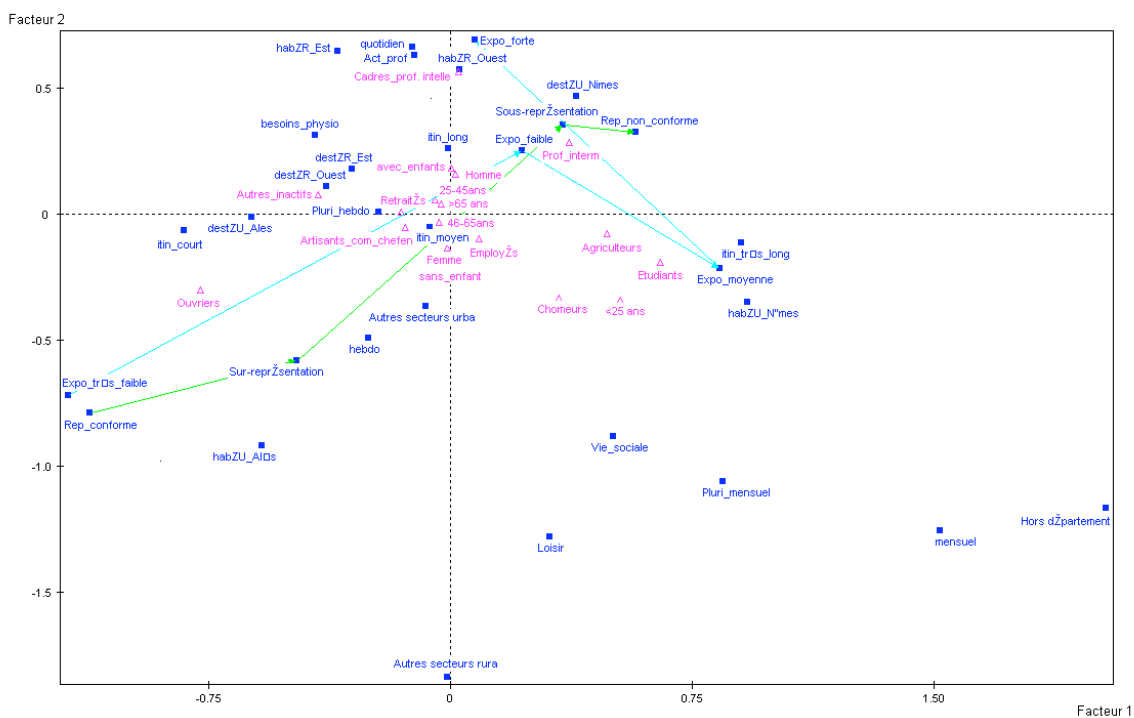


FIGURE 4.10 – Premier plan factoriel de l'analyse des correspondances multiples. Les variables actives sont représentées en bleu et les variables illustratives en rose. Source : Enquête par carte mentale, N = 200 Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard 2006.

présentées dans le tableau 4.12.

Chaque classe décrit un type de mobilité (T) désigné d'après les caractéristiques les plus saillantes de la classe. Cette dénomination figurant entre guillemets se veut à la fois synthétique et évocatrice des caractéristiques les plus pertinentes quant à notre objectif d'identification des mobilités à risque. Le pourcentage associé aux classes représente la proportion d'individus concernés au sein de notre échantillon. Chaque classe est ensuite décrite par les modalités dans l'ordre décroissant de leur contribution à la classe. Cette typologie nous permet d'identifier trois profils de mobilité à risque concernant 60,5 % de notre échantillon d'utilisateurs :

- un **profil à risque fort** (T1), intitulé « migration alternante à fort risque » rassemble 30 % de notre échantillon. Il est composé d'utilisateurs effectuant des trajets domicile-travail quotidiens sur des itinéraires fortement exposés dont ils sous-estiment le risque de coupures. Ces déplacements concernent principalement des individus travaillant dans le secteur urbain de Nîmes. Ce profil peut être considéré comme fortement à risque car il combine à la fois une forte exposition de l'itinéraire aux coupures associée à un usage fréquent de celui-ci et une sous-estimation du danger ;
- un **profil à risque important** (T2), intitulé « mobilité à risque des retraités ruraux » concerne 20 % de notre échantillon. Il rassemble des personnes se déplaçant relativement fréquemment pour le ravitaillement ou des besoins vitaux (visites médicales). Il s'agit principalement de retraités, âgés de plus de 65 ans, en provenance des secteurs ruraux jouxtant le tracé de la RN106 et à destination du secteur urbain d'Alès. Leurs itinéraires sont longs mais assez peu exposés, cependant ils ont tendance à en sous-estimer les dangers ;
- un **profil à risque moyen** (T5), intitulé « mobilité inter-départementale moyennement risquée » rassemble 10,5 % des utilisateurs. Ceux-ci effectuent des déplacements peu fréquents vers des destinations situées hors du département. Leur itinéraire est généralement long et moyennement exposé aux aléas des coupures. Il concerne plutôt des habitants du secteur de Nîmes se déplaçant pour rendre visite à des proches. Nous considérons que ce profil présente un risque car même si le niveau d'exposition de l'itinéraire est moyen et la fréquence d'utilisation est peu importante, aucun des utilisateurs de cette classe ne dispose d'une représentation conforme à la réalité des coupures.

Deux autres profils (T3 et T4) présentent peu de risque compte tenu notamment de la faible exposition des itinéraires et de la représentation plutôt conforme ou de la tendance à la surestimation du risque qu'en ont leurs utilisateurs. Le profil T4, rassemblant 14 % de la population, est néanmoins intéressant car il distingue un profil de mobilité particulièrement sûr. Il comprend des utilisateurs effectuant des trajets courts, très faiblement exposés et qui ne semblent pas poser de problème en terme de représentation du risque de coupures. Ces itinéraires sont principalement

T1 : 30 % « migration alternante à fort risque »	T2 : 20 % « mobilité à risque des retraités ruraux »	T3 : 17 % « mobilité féminine à risque faible »
<ul style="list-style-type: none"> - déplacement domicile-travail (95 %/39,5 %) ^a - fréquence quotidienne (92 %/39 %) - exposition forte (48 %/24,5 %) - tendance à la sous-représentation du risque (63 %/48 %) - avec enfant(s) (67 %/51,5 %) - à destination du secteur urbain de Nîmes (47 %/33 %) 	<ul style="list-style-type: none"> - déplacement pour le ravitaillement (95 %/26,5 %) - fréquence pluri-hebdomadaire (62 %/27 %) - itinéraire long (47 %/22 %) - retraités (32,5 %/14 %) - habitant du secteur rural ouest (47,5 %/25,5 %) - habitant du secteur rural est (45 %/25 %) - tendance à la sous-représentation du risque (67,5 %/48 %) - exposition faible (42,5 %/25 %) - > 65 ans (22,5 %/10 %) - à destination du secteur urbain d'Alès (47,5 %/30 %) 	<ul style="list-style-type: none"> - déplacement à vocation sociale (91 %/26 %) - à destination d'autres secteurs urbains (26 %/9 %) - femme (79 %/54,5 %) - habitant du secteur urbain de Nîmes (47 %/24,5 %) - exposition faible (44 %/25 %) - tendance à la sur-représentation du risque (29 %/14,5 %)
T4 : 14 % « mobilité de proximité sûre »	T5 : 10,5 % « mobilité inter-départementale moyennement risquée »	T6 : 8,5 % « mobilité de loisir »
<ul style="list-style-type: none"> - exposition très faible (89 %/24,5 %) - itinéraires courts (71 %/25,5 %) - représentation conforme (57 %/18,5 %) - à destination du secteur urbain d'Alès (71 %/30 %) - habitant du secteur urbain d'Alès (54 %/24,5 %) - tendance à la sur-représentation (39 %/14,5 %) - ouvriers (29 %/10 %) 	<ul style="list-style-type: none"> - à destination de l'extérieur du département (57 %/6,5 %) - fréquence pluri-mensuelle (67 %/13,5 %) - itinéraire très long (81 %/25,5 %) - exposition moyenne (76 %/26 %) - habitant du secteur urbain de Nîmes (62 %/24,5 %) - déplacement à vocation sociale (57 %/26 %) - aucune représentation conforme dans la classe (0 %/18,5 %) 	<ul style="list-style-type: none"> - déplacement à vocation de loisir (76 %/8 %) - fréquence mensuelle (29 %/2,5 %) et hebdomadaire (59 %/17,5 %) - habitant du secteur urbain d'Alès (53 %/17,5 %) - sans enfant (76 %/48 %)

^a. Exemple d'interprétation : 95 % des individus de la classe T1 se déplacent entre leur domicile et leur travail, contre 39,5 % dans l'ensemble de la population étudiée (200 enquêtés).

TABLEAU 4.12 – Typologie en 6 classes des mobilités à risque dans le secteur de la RN106 entre Nîmes et Alès. Source : Enquête par carte mentale, N = 200 Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard 2006.

localisés au sein du secteur urbain d'Alès et sont plutôt empruntés par des ouvriers.

Le dernier profil intitulé « mobilité de loisir » rassemble les déplacements occasionnels à vocation de loisir et en provenance du secteur urbain d'Alès. Ce type de mobilité n'apparaît relié à aucune caractéristique en matière de risque (exposition ou représentation), il présente donc peu d'intérêt pour notre problématique.

Ces profils de mobilité sont particulièrement utiles pour cibler les individus les plus susceptibles d'être exposés à un risque d'accident fatal sur leur itinéraire principal si les conditions hydro-météorologiques deviennent critiques pendant leurs déplacements. Cependant la vulnérabilité associée à leurs trajets habituels ne présage pas de leur conscience globale du danger que représentent les crues rapides. Ainsi, même si leur représentation spatiale du risque est « inappropriée », ils peuvent disposer d'une perception forte du danger qui les engagera à changer leurs pratiques habituelles et éventuellement à éviter tout déplacement. Qu'en est-il du lien entre représentation du risque sur les routes et représentation du risque de crue rapide en général ?

4.4.3 Lien entre représentation spatiale du risque sur la route et représentation du risque en général

À l'issue des croisements entre les différentes questions chargées d'évaluer la connaissance des crues rapides et la perception des dangers associés, nous constatons que les indices de représentation du risque routier sont rarement reliés aux les variables issues du questionnaire. Les seules relations apparaissant comme significatives concernent la connaissance du temps de montée des crues du Gardon, la perception de la hauteur d'eau dangereuse pour un piéton ainsi que les questions concernant la perception du danger associé à un niveau de vigilance rouge sur l'itinéraire principal. Ainsi, les individus sous-estimant le risque de coupures routières sont aussi ceux qui sous-estiment la vitesse de montée des crues du Gardon. Par ailleurs, les individus se représentant la localisation des coupures conformément à la réalité montrent une meilleure appréciation de la hauteur d'eau susceptible d'emporter un piéton (70 cm étant la bonne réponse), les individus sous-estimant le risque de coupure ayant plutôt tendance à sous-estimer le danger pour les piétons (figure 4.11).

Enfin, il semble qu'une représentation spatiale du risque de coupure conforme à la réalité ne soit pas synonyme d'une forte perception du danger que ces coupures représentent. En effet, les usagers caractérisés par la meilleure représentation spatiale des coupures sont, avec ceux qui se les sous-représentent, les personnes ayant le moins tendance à estimer que leur itinéraire puisse être dangereux en cas de pluies extrêmes, correspondant à un niveau de vigilance rouge annoncé par Météo France (figure 4.12).

Perception de la hauteur d'eau susceptible d'emporter un adulte

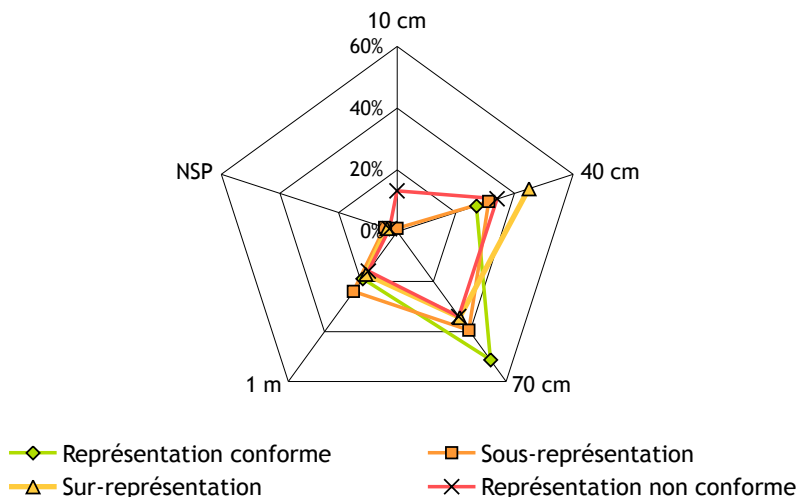


FIGURE 4.11 – Relation entre la perception de la hauteur d'eau dangereuse pour un piéton et la représentation spatiale du risque de coupure routière. Source : Enquête par carte mentale, secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard 2006, N = 200, $V_c = 0, 188$.

Conformité des représentations selon la dangerosité perçue de l'itinéraire

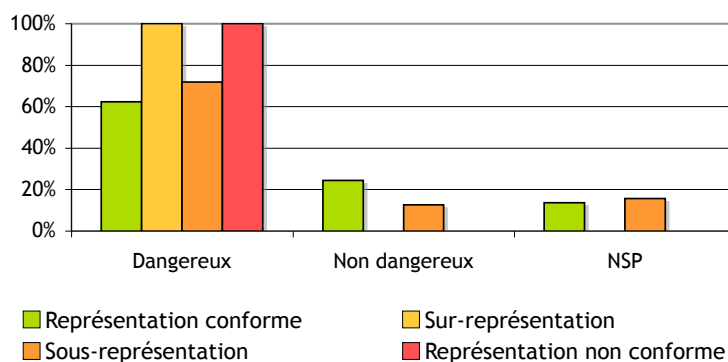


FIGURE 4.12 – Relation entre la perception du danger sur l'itinéraire principal et la représentation spatiale du risque de coupure sur ce même itinéraire. Source : Enquête par carte mentale, secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard 2006, N = 200, $V_c = 0, 274$.

Finalement, nous avons testé les relations entre les typologies de mobilité définies précédemment et les questions de représentation du risque issues du questionnaire. Or seule la question concernant la hauteur d'eau capable d'emporter une voiture semble assez fortement liée ($V_c = 0, 207$) aux types de mobilités. Ainsi, les usagers appartenant aux catégories T5 « mobilité inter-départementale moyennement risquée » et T4 « mobilité de proximité sûre » ont plutôt tendance à correctement évaluer les hauteurs d'eau dangereuses pour une voiture alors que les usagers appartenant aux autres catégories sous-estiment le risque ou s'avèrent incapables de répondre à la question. C'est notamment le cas de la classe de mobilité la plus à risque (T1) qui rassemble des usagers estimant qu'il faut 70 cm d'eau (plutôt que 40 cm) pour emporter une voiture. Les usagers faisant partie de la classe (T2) « mobilité à risque des retraités ruraux » sont pour leur part les plus nombreux à s'estimer incapables de répondre à la question.

4.5 Les représentations associées aux sources d'information

La mesure du rapport individuel aux différentes sources d'information nous paraît importante pour la compréhension de certains des résultats qui précèdent. En effet, l'analyse des représentations fournit une image globale de la façon dont les individus envisagent le risque mais elle ne permet pas d'appréhender dans le détail les sources d'information qui sont à l'origine de cette image mentale. Les pratiques spatiales, comme nous venons de le constater pour le Gard, constituent une des sources privilégiées ; cependant l'apport d'informations par des agents extérieurs est aussi à prendre en compte. Nous avons constaté certaines disparités spatiales en termes de représentations ; il est donc légitime de s'interroger sur l'origine de celles-ci. Est-ce en partie lié à un problème de qualité de l'information diffusée localement ? Par ailleurs, le niveau de confiance accordée aux acteurs chargés de l'information en temps de crise est cité dans la littérature comme l'un des facteurs contribuant à augmenter la perception du danger pour soi et donc la mise en oeuvre de réponses adaptatives. Quel est donc le niveau de confiance affiché par les populations dans le Gard ?

4.5.1 Appréciation de la qualité de l'information préventive

En ce qui concerne, le niveau d'information sur le risque de crue, la moitié des personnes interrogées (50 %) s'estime insuffisamment informée. Les habitants de la zone urbaine sud sont 65 % à partager ce sentiment ; de façon moins flagrante c'est aussi le cas des résidents des deux zones rurales, par contre les habitants de la zone urbaine nord pensent être suffisamment informés (63 %) ou disposer de trop d'informations (10 % contre 2 % sur l'ensemble des zones)(figure 4.13).

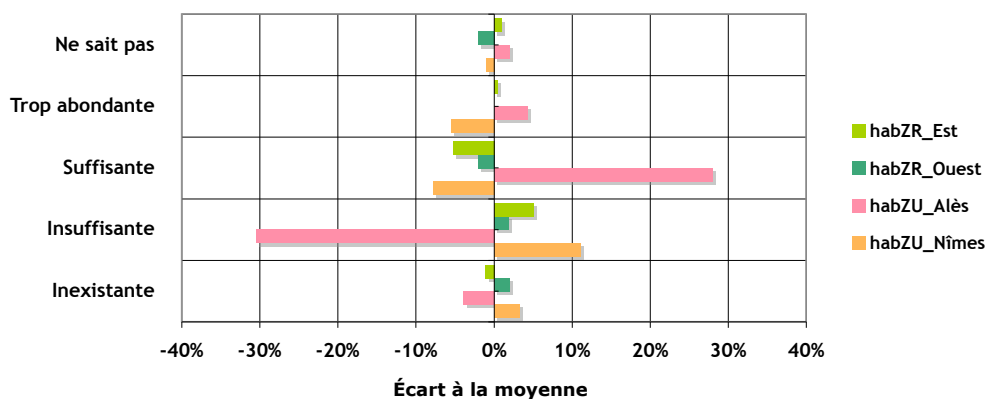


FIGURE 4.13 – Perception du niveau d’information préventive sur le risque d’inondation selon les résidents du Gard. Source : Enquête par carte mentale, N = 200, secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard 2006.

Ces résultats ne sont pas surprenants et ils confirment l’intérêt de développer l’information préventive auprès de la population. En effet, les habitants qui semblent les plus satisfaits de l’information dont ils disposent sont aussi ceux qui se représentent le risque de la manière la plus appropriée.

4.5.2 Confiance vis-à-vis des prévisions météorologiques et perception du danger annoncé

La majorité de notre échantillon de résidents (71 %) fait confiance aux prévisions de Météo France. Cependant, seuls 35 % des personnes interrogées considèrent les bulletins de vigilance orange comme annonceurs d’une menace vitale tandis que la vigilance rouge apparaît comme telle pour 77 % de l’échantillon (figure 4.14). Si l’on compare avec les résultats présentés par la figure 4.8, il semble que les niveaux de vigilance de Météo France soient considérés comme annonçant un danger plus important sur la route que dans un contexte plus général.

Lors de l’enquête les personnes interrogées ont fréquemment évoqué le fait que l’alerte orange soit trop souvent mise en œuvre. Le croisement de ces variables avec celles concernant la confiance dans les prévisions météorologiques n’indique aucune liaison entre elles. Il semble donc que ce ne soit pas un défaut de confiance qui soit à l’origine de ces perceptions mais plutôt une sous-estimation du danger associé aux pluies fortes ou extrêmes.

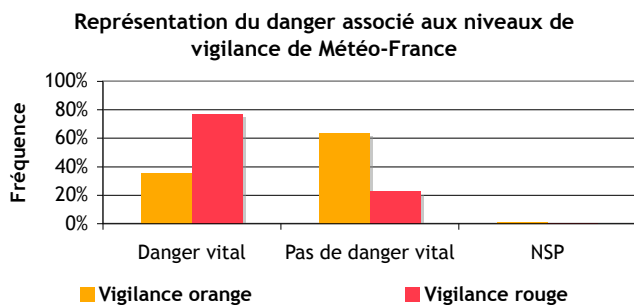


FIGURE 4.14 – Représentation du danger annoncé par les niveaux de vigilance orange et rouge de Météo France. Source : Enquête par carte mentale, N = 200, Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard, 2006.

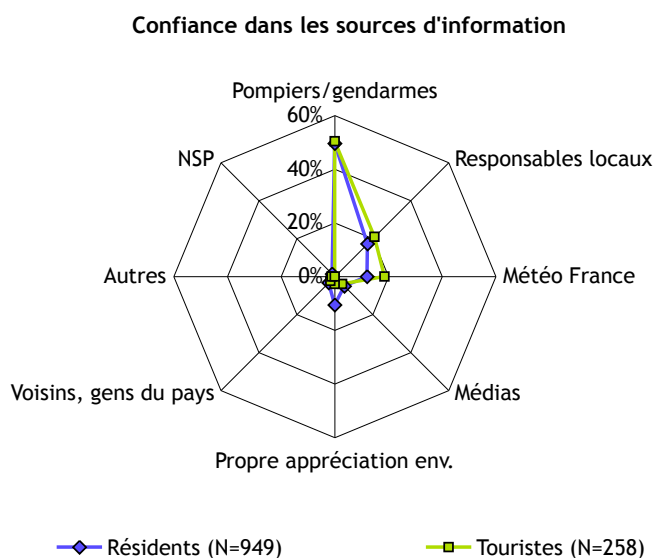


FIGURE 4.15 – Niveau de confiance accordé aux différentes sources d'information chargées d'informer sur la conduite à tenir en temps de crise. Source : Enquête par questionnaire, N = 1207, Secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard 2004.

4.5.3 Confiance dans les sources d'information en temps de crise

La moitié des personnes sondées font confiance aux pompiers et gendarmes, les responsables locaux et Météo France arrivant en deuxième et troisième position, Météo France ne recueillant que 12 % des voix parmi les gardois (figure 4.15). Les résidents sont, par ailleurs, 11 % à faire d'abord confiance à leur propre appréciation de l'environnement. Il se pourrait donc qu'en cas d'alerte ou d'ordre d'évacuation ceux-ci cherchent auprès de l'environnement une confirmation de l'information officielle. Cependant dans le cas des crues rapides, nous avons déjà souligné que ce type d'indice n'était pas toujours présent puisque les précipitations peuvent avoir lieu en tête de bassins versants et rester imperceptible pour les personnes qui risquent d'être touchées par les

crues en aval. Ce genre d'attitude, pour une personne peu familière de son environnement, peut aussi conduire à aller surveiller le cours d'eau et à se retrouver piégé lors de sa retraite.

Ces résultats ne sont pas sans poser certaines questions. En effet, dans le cas des crues rapides, ce sont les prévisions météorologiques données sous la forme de cartes de vigilance et de conseils de prudence qui sont les premiers éléments d'information disponibles et parfois les seuls utiles dans le cas de petits bassins versants à dynamique très rapide. En effet, lorsque le relais est pris par la cellule de crise de la préfecture ou par les élus dans leur commune via les pompiers et les gendarmes, c'est bien souvent lorsque l'inondation a déjà commencé.

Conclusion

En conclusion, nous proposons de faire une synthèse des variables influençant les différentes facettes de la représentation du risque de crue rapide que nous avons évoquées jusqu'à présent. Notre objectif consiste surtout ici à identifier les modalités de variable qui peuvent être associées à une mauvaise interprétation des conditions d'exposition ainsi qu'à une sous-estimation de la dangerosité du phénomène en particulier dans des circonstances de mobilité. La table 4.13 récapitule l'ensemble des croisements bi-variés effectués ainsi que l'intensité des relations révélée par le résultat du test du V de Cramer. La lecture de ce tableau nous désigne trois types de variables particulièrement intéressantes pour envisager les représentations du risque de crues rapides : (i) l'expérience du phénomène, (ii) les variables reflétant les pratiques spatiales associées au cadre de vie et enfin (iii) les variables socio-démographiques.

L'expérience du phénomène : Cette variable apparaît fortement liée à la fois aux représentations spatiales de l'exposition, à la représentation de l'intensité du phénomène et aux dangers que cela représente. Ainsi, les personnes n'ayant jamais fait l'expérience d'une crue rapide se sentent moins concernées par le phénomène ; elles ont moins tendance à se sentir exposés et ne semblent pas faire de lien entre les niveaux de vigilance orange ou rouge déclarés par Météo France et la potentialité d'un danger vital lors de leurs déplacements habituels.

Les facteurs socio-démographiques : Le statut familial, la profession, l'âge et dans une moindre mesure le sexe font partie des facteurs qui influencent les représentations. En termes de statut familial, nous entendons ici la responsabilité d'enfant en âge scolaire. Les personnes n'ayant pas cette responsabilité ont plutôt tendance à sous-estimer l'intensité du phénomène ou leur propre niveau d'exposition au risque. La profession joue un rôle essentiellement en matière de représentation du risque associée aux déplacements. Il semble que dans ce domaine les cadres

Variables	Socio-démographiques				Urbain/ Rural	Touriste/ Résident	Expérience cru	Temps résidence	Secteur de résidence	Secteur de destination
	Âge	Genre	Charge d'enfant	Profession						
Saisonnalité						x				
Récurrence	Vc = 0,144			Vc = 0,137						
Vitesse montée crue	Vc = 0,098	Vc = 0,155			Vc = 0,197	x			Vc = 0,252	
Évaluation Hmax submersion						x			Vc = 0,106	
Image Hmax submersion	Vc = 0,211		Vc = 0,233				Vc = 0,305	Vc = 0,179		
Exposition lieu de résidence	Vc = 0,106			Vc = 0,12			Vc = 0,313		Vc = 0,186	Vc = 0,233
Exposition lieu de travail							Vc = 0,257	Vc = 0,239		Vc = 0,259
Exposition itinéraire principal	Vc = 0,191		Vc = 0,233	Vc = 0,209			Vc = 0,175		Vc = 0,228	
Évaluation Heau dangereuse Piéton	Vc = 0,182	Vc = 0,176			Vc = 0,199					
Évaluation Heau dangereuse Voiture	Vc = 0,219	Vc = 0,126	Vc = 0,176	Vc = 0,133	Vc = 0,373				Vc = 0,242	
Circonstances accidents fatals					Vc = 0,210					
Circonstances de grande vulnérabilité										Vc = 0,223
Morphologies routières dangereuses	Vc = 0,203	Vc = 0,219	Vc = 0,202	Vc = 0,269			Vc = 0,211	Vc = 0,196		
Itinéraire dangereux Vigilance Orange				Vc = 0,229			Vc = 0,260	Vc = 0,191		
Itinéraire dangereux Vigilance Rouge							Vc = 0,241	Vc = 0,193		
Force de la liaison (test du V de Cramer)										
Relation faible	V < 0,200		Relation forte		V ≥ 0,200					

TABLEAU 4.13 – Synthèse des variables significatives influençant les représentations du risque de crue rapide et la perception du danger. Source : Enquêtes 2004-2006, N = 1428, secteur RN106 Nîmes-Alès, Gard.

et professions intellectuelles, les professions intermédiaires et les inactifs ont tendance à sous-estimer ou à ignorer leur niveau d'exposition sur la route. Par contre, ce sont surtout les ouvriers et les inactifs qui sont les plus nombreux à sous-estimer le niveau de danger annoncé par une vigilance orange lors de leurs déplacements. En matière de classe d'âge, ce sont principalement les personnes âgées (> 65 ans) et les plus jeunes (< 25 ans) qui ont le plus tendance à sous-estimer le risque. Le sexe ne semble pas jouer un rôle capital dans les représentations ; il dénote surtout une certaine retenue féminine, les femmes préférant éviter de se prononcer plutôt que de dire des bêtises.

Les pratiques spatiales et le cadre de vie : Les variables les plus influentes dans ce domaine sont le secteur de résidence et celui de destination, suivis de la variable décrivant le contexte urbain ou rural du lieu de vie et enfin l'ancienneté dans la commune de résidence. Ces variables décrivent un mode de pratique et d'interprétation du territoire parcouru quotidiennement. Généralement reliées entre elles et avec des variables socio-démographiques telles que l'âge, la profession et le sexe, elles définissent des types de mobilité auxquelles peuvent être associés des représentations spatiales de l'environnement en contexte d'inondation. Nous avons montré dans ce chapitre que les pratiques de mobilité habituelles conditionnent en grande partie le niveau d'exposition au risque sur la route, non seulement par le fait d'emprunter plus ou moins fréquemment un itinéraire inondable mais aussi du fait des représentations associées aux différentes façons de le pratiquer. Ainsi, les mobilités que nous avons identifiées comme les plus à risque sont d'abord celles qui concernent les déplacements domicile-travail quotidiens (T1), les déplacements pour le ravitaillement des retraités ruraux (T2) et dans une moindre mesure les trajets inter-départementaux au départ de Nîmes voués aux visites des proches (T3). Ces trois types de mobilité à risque concernent la moitié de notre échantillon de résidents.

Cependant si ces représentations spatiales associées aux pratiques de mobilité sont nécessaires à la survie lors de conditions environnementales extrêmes, elles ne présagent pas de la sensibilité au danger de se déplacer dans ces conditions. C'est pourquoi le croisement entre ces profils de mobilité à risque et les facteurs de représentation du danger au volant est à considérer. Tenant compte de cela, les individus appartenant aux types de mobilité T1 et T2 restent les plus à risque puisqu'ils sont aussi les plus nombreux à surestimer ou à ignorer la hauteur d'eau suffisante pour emporter une voiture.

—

Conclusion

La soudaineté, la rapidité et la violence des crues survenant dans des petits bassins versants associées à la difficulté de prévoir de façon précise le lieu et le moment de l'impact rendent difficile l'organisation de l'alerte aux populations. Ces caractéristiques, spécifiques aux crues rapides, nécessitent un bon niveau de préparation des populations et en particulier des automobilistes qui sont les premières victimes de ces événements (Gruntfest et Ripps, 2000 ; Gruntfest et Handmer, 2001). En effet, sur le réseau routier le danger est moins localisé le long des rivières principales qu'à l'intersection d'affluents mineurs souvent invisibles en période sèche. Ceci nous amène à émettre l'hypothèse suivante : les caractéristiques de cet aléa particulier peuvent être à l'origine d'une faiblesse de la représentation du danger sur les routes. Les services en charge de la gestion des routes dans le Gard sont régulièrement confrontés à la coupure par submersion du réseau routier notamment dans un secteur desservi par la route nationale 106 reliant Nîmes à Alès. Des solutions techniques de mise hors d'eau du linéaire routier principal sont mises en oeuvre et associées à des plans d'urgence pour la protection des usagers. Cependant, ces solutions s'intéressent surtout au réseau principal (RN106 et RN110) et très peu au réseau secondaire lui aussi largement sujet à coupures. De plus, cette approche ne tient pas compte de la représentation que les usagers se font des coupures affectant leurs itinéraires habituels. Ainsi, la recherche formalisée dans cette partie répond à plusieurs interrogations. La première considère la qualité des représentations du risque de coupure par submersion du réseau routier situé entre Nîmes et Alès. La seconde explore l'hypothèse des mobilités comme facteur de risque et la dernière s'intéresse à la relation entre la représentation et la perception du risque de crue rapide en général et la représentation spatiale des dangers sur la route.

Pour répondre à ces questions nous avons mis en oeuvre deux types de méthodes de recueil de données, l'enquête par questionnaires auprès des populations touristiques et résidentes d'une part, et une enquête par cartes mentales à destination des usagers du réseau routier d'autre part. Le traitement des 1 428 questionnaires et des 200 cartes mentales recueillis a fait appel à la combinaison d'analyses spatiales et statistiques complexes et innovantes jusqu'à présent peu usitées dans le domaine de l'analyse des risques et de la vulnérabilité. Cette méthodologie a permis de mettre en lumière plusieurs résultats intéressants du point de vue opérationnel à l'échelle locale

d'abord, mais aussi d'un point de vue plus général en termes de recherche appliquée au domaine du risque et des crues rapides en particulier.

Nos résultats intéressant l'échelle locale, montrent en premier lieu la non pertinence des représentations du risque de coupures routières entre Nîmes et Alès. En effet, seul un tiers des tronçons sujets à coupures est identifié comme tel et moins d'un cinquième de notre échantillon est capable de localiser correctement les coupures affectant leur itinéraire principal. L'utilisation d'un support cartographique précis pour le recueil des images mentales a par ailleurs permis d'identifier les tronçons routiers sujets à coupures par submersion qui ne sont pas associés à l'idée de danger par les usagers du réseau routier. Ces portions de route devraient donc faire l'objet d'une attention particulière, d'une part pour comprendre la source des mauvaises interprétations qu'elles engendrent et d'autre part, pour envisager des mesures susceptibles de faire évoluer les représentations qu'elles suscitent. Concernant ce second aspect, les tronçons de routes pour lesquels nous avons identifié des lacunes en matière de représentation peuvent aussi bien faire l'objet d'une signalisation particulière permanente, que d'une prédisposition de moyens renforcés à l'annonce d'événements dangereux. Nous discuterons de ces propositions en conclusion de ce travail de thèse.

Nous avons constaté par ailleurs que la pertinence des représentations s'avère moins liée à l'expérience des crues en elle-même qu'à un type de pratique du réseau routier souvent associé aux activités de la vie courante. Ainsi, les représentations se montrent plus conformes à la réalité lorsqu'elles concernent un environnement proche du lieu de résidence. Nos analyses ont permis d'identifier trois types de mobilités à risque pour lesquelles l'exposition et la nature des représentations sont problématiques : (i) les migrations alternantes, (ii) la mobilité inter-départementale et (iii) la mobilité des retraités ruraux. Enfin, nous avons constaté une réelle différence entre la perception générale du risque de crue rapide et la représentation du risque associé à l'utilisation du réseau routier en temps de crue. En effet, l'identification des tronçons à risque n'apparaît pas liée à l'existence d'une réelle conscience du danger que cela représente, les usagers se représentant le mieux les coupures routières ayant moins tendance que les autres à estimer leur itinéraire dangereux en cas de précipitations extrêmes.

Ces résultats nous inspirent plusieurs remarques qui s'inscrivent dans le contexte plus général de la recherche sur le risque et la vulnérabilité. D'une part, cette différence entre la perception générale du risque et la représentation spatiale associée à l'utilisation du réseau routier souligne le besoin de contextualisation et de confrontation des études de perception du risque à la vie et aux pratiques quotidiennes. Ainsi les automobilistes ne se représentent-ils pas le danger sur leur itinéraire principal de la même manière que lorsque la question leur est posée hors de ce contexte. Nous pouvons en conclure qu'il n'est pas pertinent de généraliser les résultats d'enquêtes de perception décontextualisées au cas spécifique des risques associés aux déplacements motorisés.

Cette problématique, capitale dans le cas des crues rapides, doit donc être traitée de manière spécifique.

D'autre part, nous avons observé une influence presque inexistante de l'expérience des crues en matière de représentation spatiale du risque sur la route, celle-ci étant principalement liée aux pratiques de mobilité. L'expérience des crues joue cependant un rôle positif dans la perception de la dangerosité de l'itinéraire. Nos résultats montrent que les personnes les moins capables de localiser les portions de routes dangereuses sont pourtant celles qui sont les plus conscientes du danger d'effectuer des déplacements lors de conditions hydro-météorologiques défavorables. Ces personnes ayant une plus forte perception du risque ont en général déjà fait l'expérience d'une crue rapide. Ainsi, même si l'expérience du phénomène semble avoir une influence sur la représentation des dangers qu'il génère sur la route, cette expérience n'est en aucun cas garante d'une bonne adaptation des pratiques spatiales des usagers à la réalité du phénomène.

Inversement, nous pouvons nous interroger sur l'influence de la représentation spatiale du risque sur les comportements effectifs en temps de crue. Dans ce contexte, les motifs des déplacements doivent aussi être pris en considération car ils peuvent apparaître comme une contrainte majeure des comportements en temps de crise. Ainsi, 40 % des déplacements de notre échantillon sont motivés par le travail et ceux-ci représentent même 85 % des motifs de déplacements quotidiens dans le secteur de la RN106. Il paraît donc nécessaire de s'interroger sur l'importance de la pression exercée par les obligations professionnelles au regard de la perception du risque de crue rapide sur la route.

Finalement, nous souhaitons souligner l'intérêt de la technique des cartes mentales pour traiter de la représentation du risque sur un itinéraire routier. Les résultats obtenus grâce à cet outil sont complémentaires d'une enquête par questionnaire, qui ne peut à elle seule aborder l'aspect spatial des représentations. L'utilisation de supports cartographiques détaillés comme support d'enquête s'éloigne de la technique classique des « cartes mentales » décrite et utilisée par de nombreux auteurs (Downs et Stea, 1981 ; Gould et White, 1984 ; Kitchin, 1994 ; D'Ercole et Rançon, 1994 ; Dymon et Winter, 1991 ; Alexander, 2004) dans le sens où les personnes interviewées ont moins de liberté pour exprimer leur schéma mental. Cependant dans notre cas ce support s'avère indispensable car il permet de récupérer des données suffisamment précises pour être opérationnelles. En effet, celles-ci permettent un traitement automatisé de l'information grâce à un système d'information géographique et autorisent le croisement avec des données spatialisées concernant l'aléa. Ce type d'approche présente l'avantage d'encourager l'utilisation de données sociales qualitatives pour la gestion quotidienne du réseau routier. Nos résultats peuvent être directement utilisés par les services de gestion des routes soit dans l'objectif d'un aménagement préventif tenant compte des représentations des usagers vis-à-vis des crues rapides affectant le réseau, soit dans l'objectif d'une gestion de crise plus efficace.

—

Troisième partie

Les comportements en temps de crise : Freins et moteurs de l'action

Introduction

Dès la présentation introductive de nos travaux, nous avons décrit les cinq étapes clés du processus socio-psychologique aboutissant à la réponse individuelle face à l'imminence d'un danger, à savoir : percevoir, comprendre, croire, personnaliser puis finalement envisager les possibilités d'action avant d'agir. Selon l'abondante littérature couvrant cette thématique, le niveau d'adaptation de la réponse individuelle à la crise dépend de plusieurs facteurs que nous avons entrepris d'analyser dans cette thèse afin de diagnostiquer la vulnérabilité des populations du Gard aux crues rapides. Le premier facteur auquel nous nous sommes attaché concerne les représentations du risque de crue rapide, c'est-à-dire à la façon dont chaque individu appréhende le risque de crue dans son environnement quotidien en dehors d'un contexte de crise. En effet, la représentation du risque et la perception du danger pour soi sont souvent considérés comme des éléments clés du comportement face à une menace imminente. Cependant, ils ne sont pas suffisants pour s'assurer non seulement d'un choix judicieux pour se protéger de l'événement perçu comme potentiellement dangereux, mais aussi d'une capacité à le mettre en oeuvre. Ces deux éléments doivent donc eux-aussi être évalués pour envisager la vulnérabilité des populations dans son ensemble.

C'est l'objectif que nous nous sommes fixés dans cette seconde partie. Pour y parvenir nous envisageons ici les réactions individuelles dans un contexte de crise, soit par le biais d'analyses en retour d'expérience d'événements passés, soit par le biais du traitement des enquêtes « touristes » et « résidents » précédemment décrits et dont nous utiliserons uniquement les questions de mise en situation. Ce traitement visant à révéler les réflexes de comportements face à une crise hydro-météorologique fait l'objet du chapitre 6. Nous tâcherons d'évaluer la façon dont les deux types de population interrogés envisagent de se protéger en fonction des situations dans lesquelles les individus se trouvent lorsque l'événement survient. Nous nous intéresserons aussi bien aux réactions sur le lieu de résidence que dans des conditions de déplacement motorisé. En complément de cette analyse, nous proposons d'identifier les principales contraintes d'ordre social ou technique qui pourraient inhiber la mise en oeuvre de réactions appropriées en temps de crise.

Par ailleurs, nous proposons d'utiliser le retour d'expérience pour répondre à deux objectifs

principaux. Le premier qui fait l'objet du chapitre 5 vise à caractériser les circonstances physiques et sociales les plus dangereuses pour les populations du Gard. Notre analyse s'appuie exclusivement sur l'événement catastrophique des 8 et 9 septembre 2002. Le second objectif, traité au chapitre 7, consiste à comprendre les modes de gestion et les problématiques des différents acteurs en charge des questions de mobilité en temps de crise afin d'envisager des perspectives d'actions applicables au contexte local. Dans ce cas, nous tirons notre analyse des observations effectuées dans le cadre de la cellule de crise en Préfecture lors de la crue de septembre 2005, et de la rencontre des différents acteurs en charge de la gestion des transports scolaires et des routes en situation de crise.

Chapitre 5

Les leçons de la crise de septembre 2002

Les 8 et 9 septembre 2002 un épisode orageux produisit plus de 600 mm de pluie en moins de 24 heures, provoquant une série de crues rapides à l'origine de 24 décès dont 23 survenus dans 16 bassins versants différents situés dans le département du Gard. Cet événement majeur engendra 1,2 milliards d'euros de dommages pour une surface touchée de 5 000 km².

Même si les crues rapides sont des événements plutôt communs en région méditerranéenne, la connaissance de leurs caractéristiques physiques est encore limitée. Leur faible extension spatiale les rend difficile à observer par les réseaux de capteurs pluviométriques et de mesure de débit, d'autant que ces derniers sont souvent affectés par l'intensité de tels événements. Cependant, malgré ces difficultés, des analyses approfondies des derniers événements sont disponibles (Gaume et Bouvier, 2004 ; Delrieu *et al.*, 2005). Les connaissances des conséquences sociales de ces événements sont quant à elles beaucoup moins bien documentées surtout en ce qui concerne la réaction des populations pendant la crise. Lors des derniers événements français, les retours d'expérience se sont intéressés aux conséquences sociales mais les informations dans ce domaine restent hétérogènes et fragmentaires.

Dans ce chapitre, nous souhaitons envisager le problème par l'analyse combinée des circonstances physiques et des réponses humaines face à ce type de phénomène. Ainsi, nous proposons d'analyser la période de crise associée à l'événement extrême de 2002 selon deux angles d'approches¹ : d'une part, en nous intéressant aux circonstances hydro-météorologiques précises des accidents fatals qui ont ponctué cet épisode catastrophique et d'autre part, en examinant les pratiques spatiales d'une trentaine d'habitants de communes sinistrées pendant la crise. Enfin, avant de nous attarder sur le détail de ces approches, nous proposons dans un premier temps une

1. Ces deux approches ont respectivement fait l'objet d'articles, l'un récemment soumis à la revue « *Journal of Hydrology* » pour ce qui est de l'analyse hydro-météorologique et l'autre paru en 2004 dans la « *Houille Blanche* » (Ruin *et al.*, 2007a ; Ruin et Lutoff, 2004). Nous tenons à préciser que ce chapitre est en grande partie issu de ces publications.

description générale de l'événement.

5.1 L'événement du 8 - 9 septembre 2002

Lors de l'événement de septembre 2002, les orages ont couvert la totalité du bassin versant du Gard, soit 2 500 km², plus une partie des bassins voisins, de la Cèze et du Vidourle. La situation météorologique était typiquement favorable à la génération de crues rapides en région méditerranéenne. Pendant la nuit du 7 septembre, plusieurs groupes de cellules convectives du secteur chaud d'une perturbation circulaient sur le Golfe du Lion. Le 8 à midi, l'un de ces groupes de cellules évoluant vers le nord s'est stabilisé sur le secteur montagneux drainé par la rivière du Gard. Cet agrégat, organisé sous forme d'un système convectif de méso-échelle (MCS) en V, est resté quasi-stationnaire pendant 28 heures. Constamment alimenté en humidité par un flux d'air orienté au nord venant de la Méditerranée, le MCS a oscillé entre le Rhône et le massif des Cévennes. Trois phases pluvieuses se sont ainsi succédées déversant chacune 200 mm de pluie cumulée sur une large superficie. La hauteur d'eau accumulée pendant la totalité de l'événement a excédé 200, 400 et 600 mm sur respectivement 5 500, 1 600 et 170 km².

D'un point de vue climatologique, cet épisode pluvieux figure parmi les trois événements les plus intenses ayant affecté le sud de la France depuis les 50 dernières années. Le précédent événement d'intensité similaire dans le Gard tua 37 personnes en septembre 1958. Lors de cet épisode, les seuils pluviométriques excédant 200 et 400 mm ont été atteints sur des surfaces de respectivement 2 800 et 30 km². Plus récemment, un événement de forte intensité responsable du décès de 35 personnes toucha le bassin voisin de l'Aude le 12 et 13 novembre 1999. Les seuils de 200 et 400 mm de pluie ont cette fois-ci été dépassés sur 4 000 et 1 800 km².

L'épisode orageux de 2002 est à l'origine de deux types de réponses hydrologiques. D'abord, des crues rapides ont affecté un grand nombre de petits affluents disséminés sur l'ensemble des bassins versants du Gard et de la Cèze. Ensuite, le Gard a connu la crue la plus importante jamais enregistrée sur son cours principal. Du point de vue de la dynamique de crue, les petits tributaires ont réagi en deux ou trois pics alors que les cours d'eau principaux n'en ont eu qu'un. Les retours d'expérience ont permis d'estimer les débits de pointe de 17 bassins versants allant de 10 à 100 km² de surface. À l'intérieur de l'isoline 600 mm de pluie cumulée, la plupart des valeurs de pic estimées indiquent des débits spécifiques de plus de 5 m³s⁻¹km⁻², certaines dépassant même les 20 m³s⁻¹km⁻². Ces valeurs sont les plus importantes jamais reportées pour des bassins versants de surfaces similaires en France (Delrieu *et al.*, 2005). Dans cette région, les débits spécifiques habituellement reportés pour des crues de période retour 10 ans sur de tels bassins versants s'établissent autour de 2 m³s⁻¹km⁻².

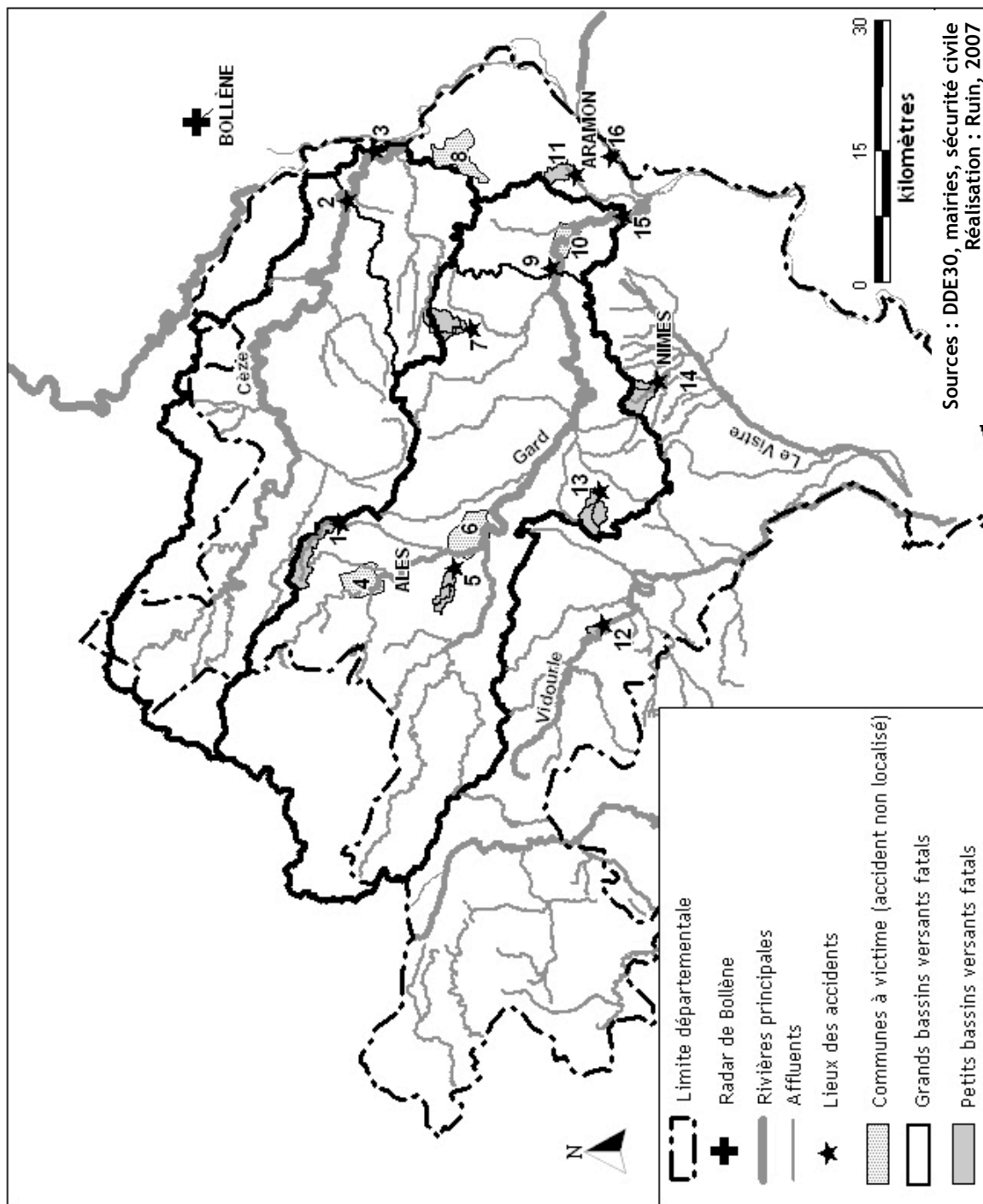


FIGURE 5.1 – Localisation des accidents et des bassins versants en cause lors de la crue de septembre 2002. Source : Ruin *et al.* (2007a).

En conséquence de ces crues, 297 communes réparties sur 4 925 km² ont été sinistrées. 23 personnes sont décédées dont 15 sur le seul bassin versant du Gard. La figure 5.1 représente la localisation des accidents et des bassins versants en cause. La plupart des accidents ont eu lieu à l'extérieur de bâtiment (cinq décès sont liés à l'utilisation de la voiture, cinq personnes étaient en camping et trois autres effectuaient des déplacements pédestres au moment de l'accident). Les dix autres victimes se sont fait piéger chez elles, cinq d'entre elles ayant été surprises par une rupture de digue à Aramon. Le tableau 5.1 résume les circonstances des accidents. Selon le rapport de retour d'expérience des services de secours, 18 000 appels téléphoniques ont été enregistrés en trois jours, dont 10 000 pour le seul jour du 9 septembre. Près de 600 véhicules terrestres ont participé aux sauvetages de 2 940 personnes, 40 de ces véhicules ont été détruits et 200 autres endommagés, 1 260 personnes supplémentaires ont été hélitreuillées par 20 hélicoptères. L'événement a débuté un dimanche soir ce qui a limité le nombre d'accidents liés au trafic routier, généralement beaucoup moins soutenu qu'en semaine. Si l'on considère qu'en semaine, en plus d'un trafic routier plus dense, 200 bus transportent jusqu'à 4 000 scolaires dans ce secteur, les conséquences auraient pu être largement plus lourdes si l'événement avait pris place à un autre moment de la semaine. L'événement a eu lieu en septembre, alors que les estivants avaient déjà en partie quitté la région. Cependant, comme nous l'avons déjà souligné, la région accueille 4,5 millions de touristes par an, dont la plupart sont hébergés en camping, à proximité des cours d'eau. Malgré une baisse de fréquentation en cette saison, les campeurs s'avèrent particulièrement vulnérables puisque cinq d'entre eux ont été recensés parmi les victimes.

5.2 Les échelles spatio-temporelles de l'exposition humaine

L'objectif de cette section est de mieux comprendre les principaux facteurs physiques de l'exposition aux crues rapides. Dans ce but, nous proposons d'étudier de manière détaillée les circonstances hydro-météorologiques qui sont à l'origine des 23 accidents fatals survenus dans le département du Gard lors des événements catastrophiques des 8 et 9 septembre 2002 (tableau 5.1).

Les données météorologiques et hydrologiques utilisées dans ce chapitre ont été collectées et analysées dans le cadre de l'Observatoire Hydro-Météorologique Cévennes-Vivarais (OHM-CV). Les données de pluie sont issues des archives des données radar facilement disponibles au pas de temps et à la résolution spatiale nécessaire à cette étude. Les données radar ont été préalablement traitées pour éliminer la plupart des sources d'erreurs connues (Delrieu *et al.*, 2004) de même que pour corriger la calibration électronique grâce aux données pluviométriques. Le produit final utilisé correspond à une grille de 1x1 km² au pas de temps cinq minutes.

Les données concernant les débits de crue sont plus difficiles à obtenir. En effet, la plupart

	Communes	Victimes		Contexte des décès			Bassins versants		
		Sexe	Âge	Circonstances	Dates et heures (UTC = Hf-2h)	Localisations (en Lambert III)	Cours d'eau responsables	N°	Surface (km ²)
Phase I	Domazan	F	46	automobiliste hors de sa voiture	Porté disparu le 8/09 20h	785,9 ; 3183,4	Briançon	11	5,7
	Fons	H	52	automobiliste hors de sa voiture	8/09 21h	749,2 ; 3180,7	Ruissellements	13	11,1
	St Laurent les Arbres	F	46	piéton	Porté disparu le 8/09 18h-20h	Pas de données	Nizon	8	?
Phase II	St Christol les Alès	H	55	automobiliste hors de sa voiture	9/09 4h	740,18 ; 3197,625	Ruissellements	5	6,9
	St Quentin la Poterie	H	62	automobiliste hors de sa voiture	Corps retrouvé le 09/09 5h30	767,9 ; 3195,8	Alzon	7	12,6
Phase III	Quissac	F	52	dans la maison (noyade)	9/09 7h	733,4 ; 3180,3	Garonnette	12	1,5
	Rousson	H	42	campeurs évacuation tardive	Corps retrouvé le 9/09 9h56	745,37 ; 3211	Avène	1	16,8
		enfant	2						
		enfant	6						
Nîmes	H	70	automobiliste dans son véhicule	9/09 11h	761,8 ; 3174	Cadereau d'Alès	14	10,7	
Hors phase	Vers Pont du Gard	F	71	dans la maison (noyade)	9/09 15h	775 ; 3186,3	Gardon	9	1 823
	Aramon	F	84	dans la maison (noyade)	Rupture de digue le 9/09 19h50	788,2 ; 3179,4	Rupture de digue du Rhône	16	Rhône
		F	54						
		F	67						
		F	75						
		H	77						
	Bagnols / Cèze	H	84	dans la maison (noyade)	10/09 5h03	783 ; 3210,1	Cèze	2	1 138
Montfrin	H	72	dans la maison	Corps retrouvé le 10/09 7h	781 ; 3177,9	Gardon ?	15	1 984	
Chusclan	H	74	campeurs évacuation tardive	Certificat décès 3/10 16h40	788,97 ; 3207	Cèze	3	1 361	
	F	34		Corps retrouvé le 13/09 15h46					
a.	Vezenobres	H	52	dans la maison cause indirecte	Pas de données	Pas de données	Pas de données	6	?
	St Martin de Valgualgues	H	35	piéton (sauvetage d'animaux)	Pas de données	Pas de données	Ruissellements ?	4	?
	Remoulins	H	?	piéton (sauvetage d'animaux)	Porté disparu le 09/09	Pas de données	Gardon	10	?

 TABLEAU 5.1 – Synthèse des circonstances des accidents fatals survenus lors de la crue de septembre 2002 dans le Gard. Source : Ruin *et al.* (2007a).

des accidents ont été causés par de très petits bassins versants de superficies environ égales à 10 km². Malheureusement la densité des stations de mesure des débits disponibles ne permet qu'une couverture des bassins versants de plusieurs centaines de kilomètres carrés. Dans les mois qui suivirent la crue de septembre 2002, une enquête de terrain a été conduite pour compléter cette information pour les bassins non-jaugés de l'ordre de 100 km². Des relevés topographiques des laisses de crues complétés par des interviews de témoins oculaires ont été réalisés dans l'objectif d'évaluer les débits et d'identifier l'heure du pic de crue (Gaume et Bouvier, 2004). Pour les bassins non-jaugés de taille réduite, nos données sont issues de simulations hydrologiques utilisant l'outil de modélisation LIQUID (Viallet *et al.*, 2006) réalisées au LTHE dans le cadre d'une collaboration avec le Cemagref et la société HYDROwide. Le modèle a été élaboré pour l'ensemble de la région Cévennes-Vivarais. L'évaluation des débits à l'exutoire des bassins versants utilise la méthode développée par Varado *et al.* (2006) qui consiste à mesurer la lame d'eau disponible au ruissellement sur la base des propriétés des sols issues de la base de données BDsol de l'INRA ². Pour calculer le débit à l'exutoire, nous avons utilisé une fonction de transfert de la pluie efficace paramétrée pour un flot constant de 1 ms⁻¹ (Gupta *et al.*, 1980).

Les données concernant la vulnérabilité humaine ont été collectées en croisant différentes sources. La liste des victimes a d'abord été établie à partir de l'examen des articles de journaux qui ont commenté l'événement, ce qui veut dire que seuls les décès immédiatement imputables à l'événement ont été pris en compte. La localisation précise et l'heure des accidents ont ensuite été déduits du croisement d'informations venant : (i) des services communaux où ils ont été enregistrés (certificats de décès), (ii) des mains courantes des services de sécurité civile impliqués dans la gestion de crise et enfin (iii) d'entretiens avec les services de la DDE du Gard. Les données ainsi collectées et synthétisées dans le tableau 5.1 montrent que seule une partie des accidents a pu être documentée de manière fiable et précise.

Les causes médicales des décès sont difficiles à établir à partir des données disponibles. En référence à la classification proposée par Jonkman et Kelman (2005), nous supposons que la plupart des accidents sont directement reliés à la crue et sont le résultat de noyades ou de traumatismes physiques provoqués par la force du courant. Seul un cas (Vézénobres) est indirectement imputable à la crue, la personne étant décédée d'une crise cardiaque dans sa maison peu touchée par l'inondation. Dans de nombreux cas, l'heure et la localisation précises des accidents sont ignorées et les données existantes correspondent généralement aux lieux et horaires de la disparition ou de la découverte du corps. Dans le cas de l'épisode de 2002, la localisation a pu être documentée précisément pour 19 accidents sur 23 et un horaire à peu près fiable a pu être arrêté pour seulement 13 d'entre eux.

2. BDsol Languedoc-Roussillon, <http://sol.ensam.inra.fr/bdsol11r/Asp/>

5.2.1 Dynamique des crues et exposition humaine

Nous proposons d'analyser dans cette partie le déroulement précis de la crise en mettant en cohérence ce que nous savons des accidents fatals et les conditions hydro-météorologiques qui prévalaient dans les secteurs où ils se sont produits.

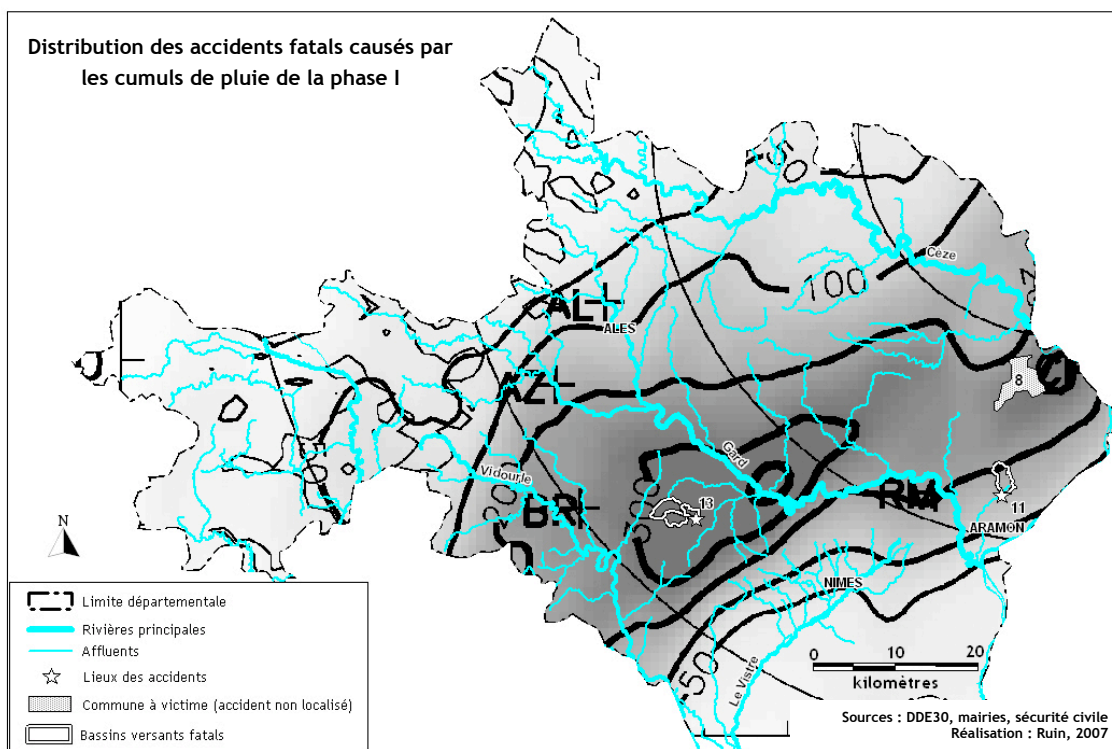
Tel que décrit par Delrieu *et al.* (2005), l'événement météorologique s'est développé en trois phases produisant chacune 200 mm de pluie. La phase I a eu lieu le 8 septembre de 8 h à 22 h UTC, la phase II a duré du 8 septembre 22 h au 9 septembre 4 h UTC et la phase III du 9 septembre de 4 h à 12 h UTC. Chaque phase a provoqué la réponse rapide de différents petits bassins versants en fonction de leur localisation par rapport aux champs de pluies. Les accidents se sont répartis sur l'ensemble des phases. Les réponses les plus rapides, regroupées ci-dessous sous l'appellation de « crues éclair », ont causé la mort de 10 personnes, soit 60 % de l'ensemble des victimes si l'on exclut celles associées à la rupture de digue d'Aramon. Dans un second temps, les écoulements se sont concentrés sur les cours principaux des rivières du Gard et de la Cèze et ont provoqué une seconde vague d'accidents.

a. Les crues « éclair » des petits affluents

Le 8 septembre à partir de 9 h UTC, la cellule convective de méso-échelle (MCS) est restée stationnaire pendant environ 12 heures produisant des cumuls de plus de 200 mm de pluie au niveau de la plaine du Rhône (figure 5.1). De petits affluents du Gard (7, 11 et 13) et du Rhône (8) ont réagi à cette première phase entre 16 h et 22 h UTC, causant trois décès dans les bassins 8, 11 et 13. Toutes les victimes étaient des automobilistes ou des piétons dont l'âge laisse supposer une bonne condition physique (aucune information ne précise le contraire).

Parmi les deux cas les mieux documentés, le premier (11) semble dû à une imprudence au niveau d'un pont sur la RD 235 au-dessus d'un ruisseau en crue : la conductrice avait abandonné sa voiture pour rejoindre à pied son domicile. Dans le cas de Fons (13), trois voitures se sont retrouvées piégées par la crue, deux conducteurs et leurs passagers sont arrivés à se réfugier sur un talus. Alors qu'ils parviennent à sauver la passagère du 3^{ème} véhicule, le mari de cette dernière, resté dans l'eau pour l'aider, est assommé ou emporté par le courant. À Saint Laurent les Arbres (8), le lieu de l'accident n'est pas connu précisément car la victime a disparu lors d'un trajet à pied sur sa commune de résidence.

La figure 5.2 illustre cette première phase. Elle représente la carte des cumuls de pluie observés et l'hydrographe simulé d'un des petits bassins versants ayant causé un décès pendant cette phase. D'après la carte du cumul de pluie, tous les bassins versants concernés sont inclus, au moins en partie, dans le périmètre formé par l'isoligne 200 mm, le bassin 13 (Fons) étant le plus proche



Réponse hydrologique du bassin de Domazan (n° 11)

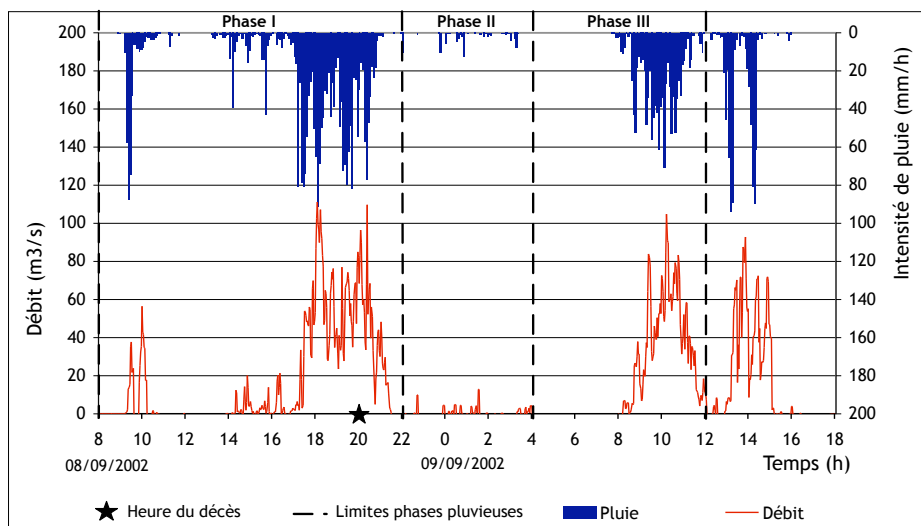


FIGURE 5.2 – Carte de pluie cumulée pendant la phase I (8/09 9h - 22h UTC). Illustration de la réponse hydrologique du bassin versant de Domazan responsable d'un décès pendant cette phase. Source : Ruin *et al.* (2007a).

de la zone de cumul maximum (400 mm). L'évolution du débit simulé sur le bassin versant de Domazan (11) est fortement corrélée à la dynamique des pluies du fait de la faible surface drainée (6 km²). L'hydrographe Deux pics de crue ont été simulés pendant la phase I, affichant un débit de plus de 100 m³s⁻¹ à 18 h et 20 h 30 UTC pour un débit spécifique d'environ 18 m³s⁻¹km⁻² (figure 5.2). Même si l'horaire du décès n'est pas connu avec précision l'heure de la disparition (20 h) correspond assez bien à l'horaire d'arrivée des pics de crue à l'exutoire.

Le 8 septembre après 22 h UTC, la MCS s'est légèrement déplacée vers l'ouest en direction du piémont cévenole, produisant une intensité de pluie de 40 mm h⁻¹ pendant 6 heures. Les petits affluents situés à l'amont du Gard (1, 4, 5, 6, 7) et du Vidourle (12) ont réagi entre 23 h le 8 et 3 h UTC le 9 en réponse à cette seconde phase pluvieuse. Seuls deux accidents localisés dans les bassins 5 et 7 peuvent être attribués avec certitude à cette phase II. La figure 5.3 illustre les cumuls de pluie associés à cette phase. L'une des victimes ayant abandonné sa voiture pour se mettre à l'abri a malheureusement été retrouvée sans vie trois jours plus tard alors que sa voiture était restée intacte (5). L'autre cas concerne le décès qui s'est produit à Saint Quentin la Poterie (7). Dans ce cas seule l'heure de découverte du corps d'un homme handicapé ayant abandonné son véhicule, est mentionné par les services de secours. L'horaire de la découverte (5 h 30) correspond à la phase III, cependant, nous avons choisi d'attribuer cet accident à la phase II d'après la série des débits reconstitués (figure 5.3. Ce bassin a été sollicité pendant toutes les phases de l'événement pluvieux conduisant à un état d'humidité du sol toujours proche de la saturation. En conséquence, celui-ci a réagi aux trois phases avec des débits spécifiques estimés entre 10 et 15 m³s⁻¹km⁻². Ces valeurs sont similaires à celles obtenues pour des bassins versants proches à l'occasion du retour d'expérience hydrologique de l'événement de septembre 2002 (Gaume *et al.*, 2003). En ce qui concerne cet accident, l'heure de découverte du corps intervient environ 1 h 30 après l'un des pics de crue estimé à 10 m³s⁻¹km⁻².

Le 9 septembre à 4 h UTC, le front froid commence à pousser la MCS vers l'est. Cette troisième phase est à l'origine d'un cumul de 100 mm de pluie supplémentaire sur tout le bassin versant du Gard avec des valeurs maximales atteignant 200 mm sur le secteur de piémont (figure 5.4). Le sol étant déjà saturé, cette phase a provoqué, entre 5 h et 11 h UTC le 9 septembre des réponses violentes et dangereuses, sur tous les petits sous-bassins versants du Gard.

Cinq décès peuvent être associés à cette dernière phase (1, 12 et 14), trois d'entre eux concernent des campeurs et un autre concerne un automobiliste et le dernier est le premier décès recensé en milieu fermé (tableau 5.1). Dans le cas des campeurs, il s'agit d'un père et de ses deux enfants séjournant au camping de Rousson (1), le long du cours amont du ruisseau Avène, un affluent du Gard dont le bassin versant, au lieu de l'accident, est estimé à 17 km². Dans ce cas, le débit spécifique maximum a été estimé à environ 15 m³s⁻¹km⁻² le 9 septembre vers 6 h du matin. Cette valeur est en accord avec les débits estimés sur des bassins proches par Gaume *et al.* (2003).

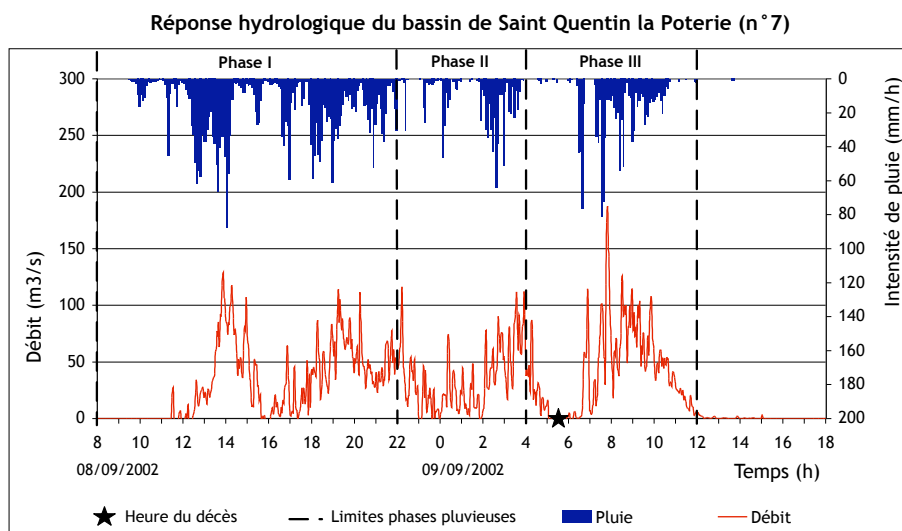
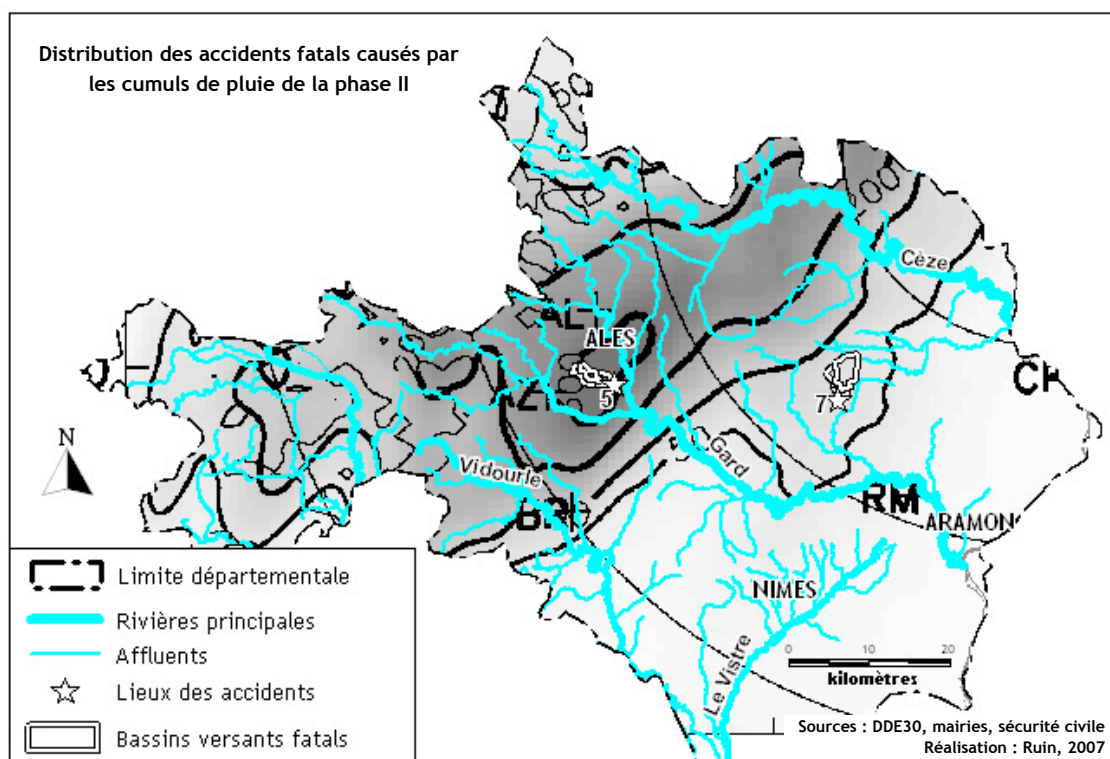


FIGURE 5.3 – Carte de pluie cumulée pendant la phase II (8/09 22 h UTC - 9/09 4 h UTC). Illustration de la réponse hydrologique du bassin versant de Saint-Quentin la Poterie responsable d'un décès pendant cette phase. Source : Ruin *et al.* (2007a).

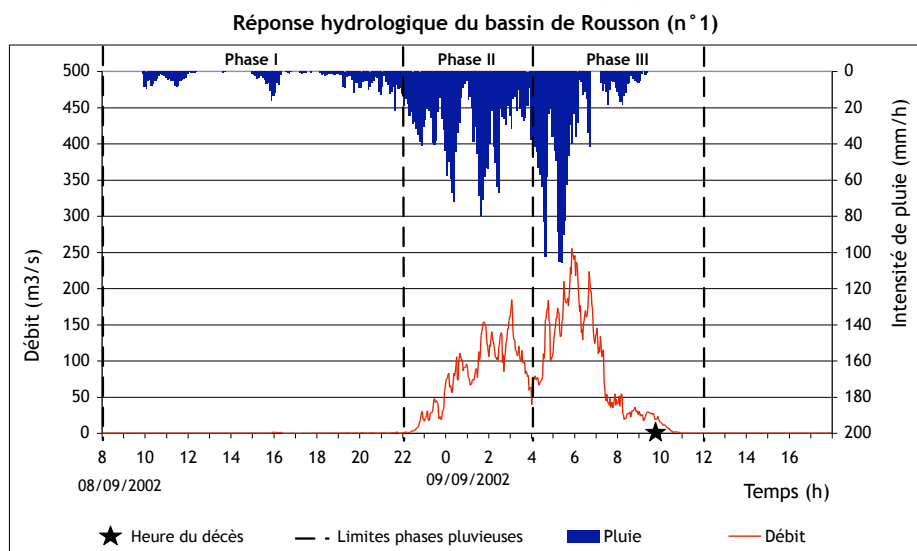
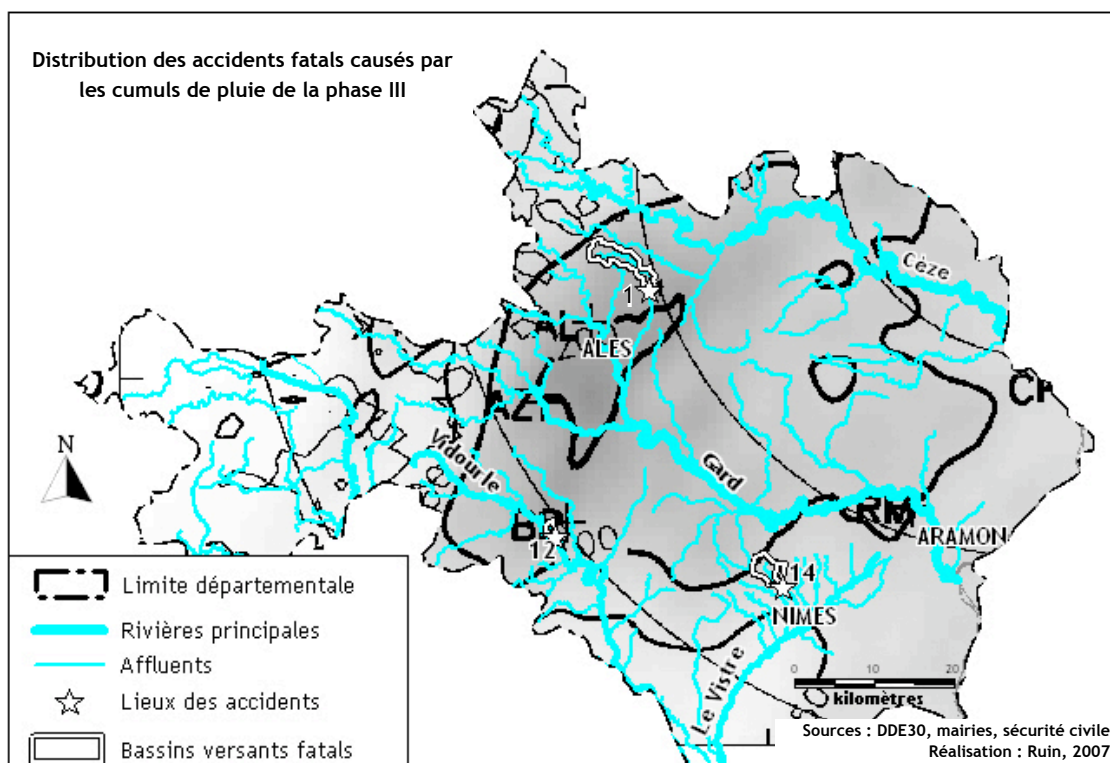


FIGURE 5.4 – Carte de pluie cumulée pendant la phase III (9/09 4 h - 12 h UTC). Illustration de la réponse hydrologique du bassin versant de Rousson ayant fait trois victimes pendant cette phase. Source : Ruin *et al.* (2007a).

Il semblerait que l'accident soit dû à une évacuation tardive qui a conduit le père à se réfugier dans un arbre avec ses deux enfants avant de se trouver finalement emporté par le courant. La figure 5.4 montre que la surface de ce bassin est comprise dans l'isoligne 100 mm auquel nous pouvons ajouter 250 mm issus des deux phases précédentes. Malheureusement, il est difficile de comparer l'heure de l'accident avec l'horaire du pic de crue puisque nous ne disposons, dans ce cas, que de l'heure à laquelle les corps ont été retrouvés. Le bassin voisin (4) de celui-ci a probablement réagi de la même manière mais nous ne disposons d'aucune donnée précise sur cet accident.

L'automobiliste ayant péri à Nîmes (14) a traversé un gué sur le cadereau d'Alès qui avait pourtant été fermé par les autorités. Cet accident s'est produit dans un secteur partiellement urbanisé de Nîmes, apparemment tout près du lieu de résidence de la victime. La dernière victime liée à cette phase s'est noyée en essayant de quitter sa maison inondée. Mais il faut préciser que cette personne était handicapée mentale et qu'elle avait du mal à ouvrir sa porte d'entrée. Elle s'est apparemment retrouvée piégée par l'inondation derrière celle-ci. Même si cela paraît statistiquement discutable, nous pouvons constater que la phase III est la première à menacer une personne chez elle. Le débit spécifique simulé pour ce bassin versant (non présenté ici) présente un pic s'élevant à $38 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$ pour un bassin versant d'une superficie de $1,5 \text{ km}^2$. Cette valeur s'avère elle-aussi confirmée par le retour d'expérience hydrologique (Gaume *et al.*, 2003). L'accident de Quissac (12) semble avoir précédé, d'à peu près deux heures, le pic de crue principal mais correspond néanmoins à un pic de crue, évalué à environ $17 \text{ m}^3\text{s}^{-1}\text{km}^{-2}$.

Pendant les trois phases pluvieuses, cinq décès ont concerné des automobilistes (11, 13, 5, 7, 14) dont quatre d'entre eux ont malheureusement été frappés après avoir abandonné leur véhicule. Si l'on considère l'ensemble de ces cas, les localisations des accidents liés aux crues éclair des petits bassins versants s'avèrent uniformément réparties par rapport à l'empreinte du champ de pluie. Une des principales leçons concerne les circonstances des accidents : un seul des 11 décès associés aux petits bassins versants a touché la victime chez elle, tous les autres peuvent être associés à des circonstances de mobilité. Qu'en est-il des crues qui ont affecté les cours d'eau principaux du Gard et de la Cèze.

b. Les crues des rivières

Le 9 septembre vers midi, les cellules orageuses quittent le bassin du Gard faisant cesser la pluie. La figure 5.5 représente le total de pluie accumulée sur le département du Gard. Déjà très élevé à ce moment, le débit des cours principaux du Gard et de la Cèze continuent d'augmenter rapidement pour atteindre un pic en fin d'après-midi. Par exemple, le Gard à Remoulins, correspondant à une superficie de bassin versant de $1\,855 \text{ km}^2$ ayant cumulé 390 mm de pluie, est passé en 6 heures de $3\,100 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ à 12h UTC à $7\,000 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ à 18 h UTC. En relation avec cette

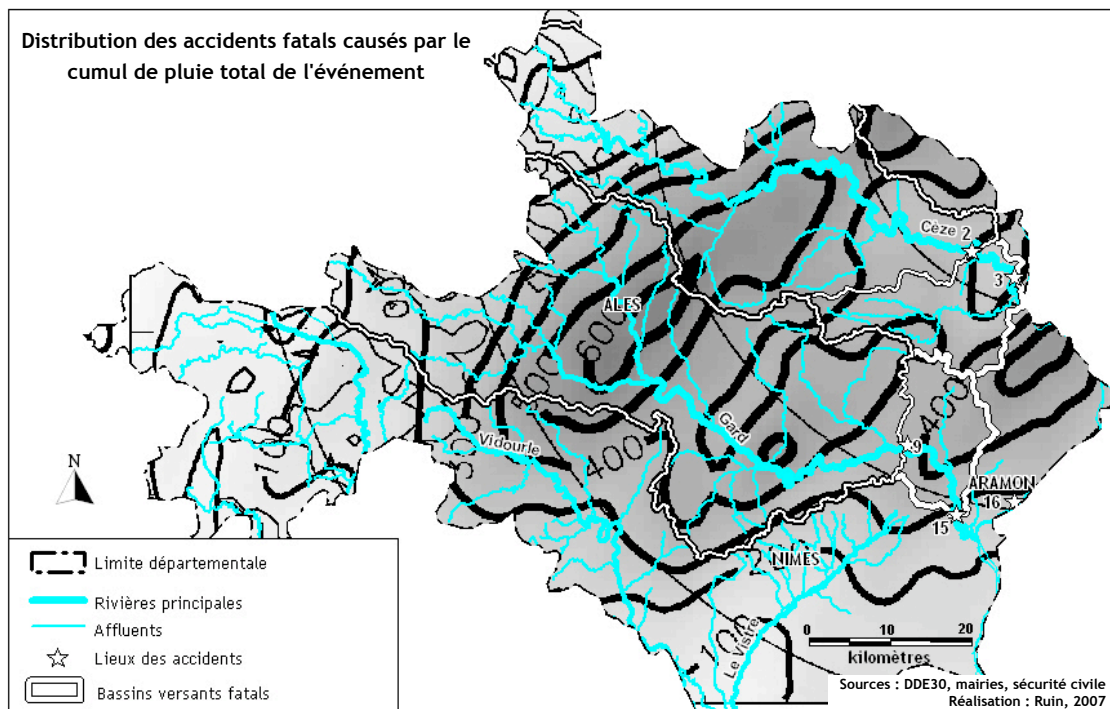


FIGURE 5.5 – Carte des pluies cumulées sur l'ensemble de l'épisode pluvieux (8/09 9h UTC - 9/09 12h UTC) et des bassins versants ayant réagi à ces cumuls. Source : Ruin *et al.* (2007a).

vague dévastatrice, six décès ont été constatés le long du Gard et de la Cèze. Cependant, leurs circonstances restent mal connues. Les deux cas recensés à Chusclan sont apparemment liés à des évacuations tardives dans un camping. Il s'agissait d'une personne âgée emportée par les flots alors qu'il essayait de se hisser sur le toit de sa caravane. Toujours dans le même camping, le second cas concerne une jeune femme qui, par curiosité, était allée voir, en compagnie de son ami, l'inondation en bordure de Cèze. À leur retour au camping dans le but d'évacuer, ils ont été bloqués par les flots. Dans un cas comme dans l'autre, les corps ont été retrouvés bien plus tard. Les quatre cas restants concernent un piéton à Remoulins qui s'est noyé en essayant de sauver un animal, et trois personnes âgées (71 à 84 ans) décédées chez elles à Vers Pont du Gard, Bagnols sur Cèze et Montfrin par un niveau de submersion atteignant le plafond. En ce qui concerne cette phase, le bilan est, toute proportion gardée, peu élevé en comparaison des moyens de sauvetage déployés décrits précédemment.

5.2.2 Les échelles spatio-temporelles dangereuses

La précédente description de la dynamique de l'événement de septembre 2002 illustre des situations différentes en terme de soudaineté, d'intensité et de localisation vis-à-vis de la crue

qui peuvent être à l'origine d'un risque mortel pour les individus en temps de crise. Considérant que ces éléments constituent les facteurs principaux du danger lié aux crues rapides, cette section se propose de montrer l'intérêt d'utiliser la surface des bassins versants (typiquement de 1 à 1 000 km²) comme indicateur pertinent pour synthétiser l'exposition au risque pendant la crue de septembre 2002.

a. Soudaineté et superficie des bassins versants

La soudaineté des crues dépend du temps de réaction des bassins versants. Les hydrologues définissent ce temps aussi bien en référence à l'arrivée de la pluie (temps de réponse) que plus directement en termes de montée de la crue (temps de montée). Ces temps caractéristiques, même s'ils sont différents l'un de l'autre, sont liés à la taille et à la forme du bassin versant comme nous l'avons déjà montré dans le chapitre 2 et notamment illustré par la figure 2.8. Ce graphique reliant, en termes d'ordres de grandeur, les échelles temporelles et spatiales caractéristiques des bassins, nous autorise à rapprocher le temps de réaction de la taille du bassin versant. Ainsi, nous proposons d'adopter ici cette grille d'analyse pour caractériser les 16 bassins versants qui ont connu des accidents mortels lors de la crue de 2002.

Dans cet objectif, nous avons reporté sur la base de la figure 2.8, la surface des 16 bassins meurtriers en 2002 (figure 5.6). La lecture de ce nouveau graphique, montre que les bassins versants peuvent être divisés en deux groupes selon leur taille. D'un côté, les bassins d'environ 10 km² de surface correspondent à des temps de réponse de moins d'une heure pouvant être reliés à la dynamique locale de cellules convectives individuelles disséminées sur l'ensemble de la zone orageuse selon les différentes phases pluvieuses. L'autre groupe de bassins, de plus de 1 000 km², représente des temps de réponse d'environ 10 heures pouvant être rattachés à l'activité de l'ensemble de la cellule convective de méso-échelle (MCS) qui était centrée sur le bassin du Gard. Là encore la représentativité statistique de notre échantillon de bassins est discutable. Cependant il semble que dans la gamme des bassins de quelques centaines de kilomètres carrés d'ordre de grandeur, le risque apparaisse comme plus faible puisqu'aucun accident n'est à y déplorer.

Pendant l'événement de 2002, la « soudaineté » s'est exprimée de deux manières. Au début de la première phase, plusieurs victimes ont été piégées avant l'alerte officielle donnée par le bulletin de vigilance orange de Météo France à 1 h 37 du matin le 9 septembre et donc avant même que la cellule de crise de la préfecture n'ait eu le temps de se réunir. Cette vitesse de réaction et la soudaineté qui lui est liée sont parfaitement en adéquation avec nos connaissances actuelles des crues éclair. Le faible laps de temps entre l'occurrence de la pluie et le pic de crue est facteur de danger par manque d'information et de préparation.

Au cours des phases pluvieuses II et III, les réactions locales, rapides de très petits bassins

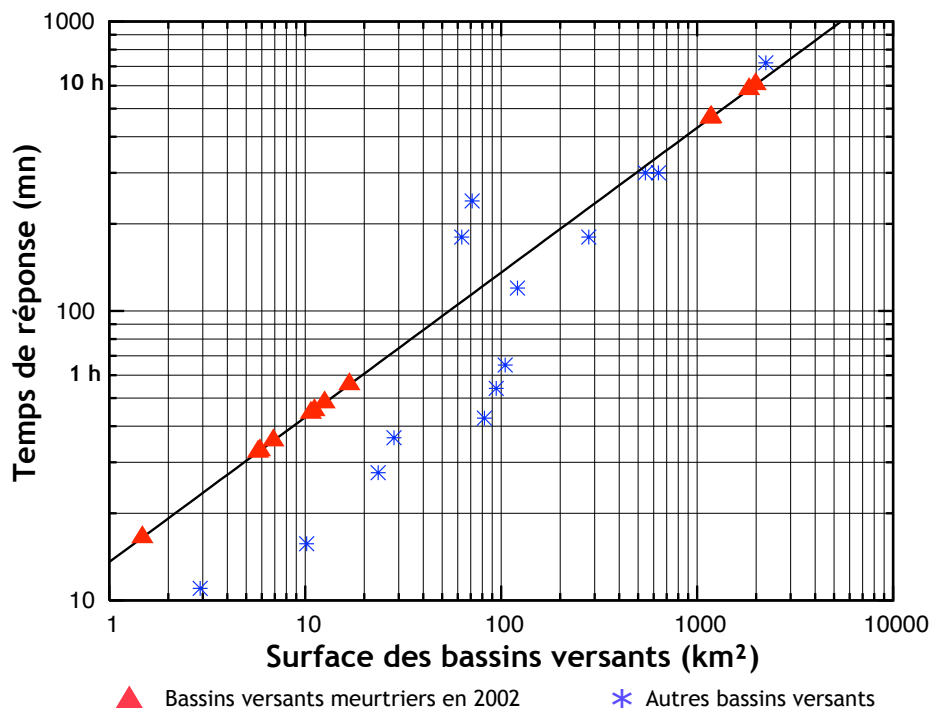


FIGURE 5.6 – Temps de montée caractéristiques des bassins versants meurtriers lors de la crue de septembre 2002 dans le Gard. Source : Ruin *et al.* (2007a).

versants ont continué de surprendre les populations, la majeure partie du temps en espace ouvert. Pourtant la dangerosité de la situation devenait beaucoup plus évidente que lors de la phase I, étant donné le déclenchement du niveau de vigilance rouge et la persistance de mauvaises conditions météorologiques. Ce type d'effet surprise retardé est beaucoup plus contre-intuitif. Ainsi, de nombreux petits affluents restent dangereux longtemps après le début des pluies car leur niveau peut s'élever très fortement en un temps très court. Les témoins parlent généralement de « vague » ou de « mur d'eau », lorsqu'ils leurs arrivent de subir l'impact de cellules convectives prises dans la MCS.

b. Intensité et localisation

En ce qui concerne le niveau de danger, une appréciation pertinente de l'intensité devrait se référer aux conditions d'écoulement locales. Les accidents se produisent à l'endroit précis où le courant est plus important que la résistance offerte par un corps humain, un véhicule ou un bâtiment. Ces conditions hydrauliques extrêmement locales sont très difficiles à évaluer précisément ; elles dépendent globalement :

- des conditions hydro-météorologiques affectant la partie amont du bassin versant,
- de la configuration locale qui transforme le volume d'eau collecté par la partie amont du

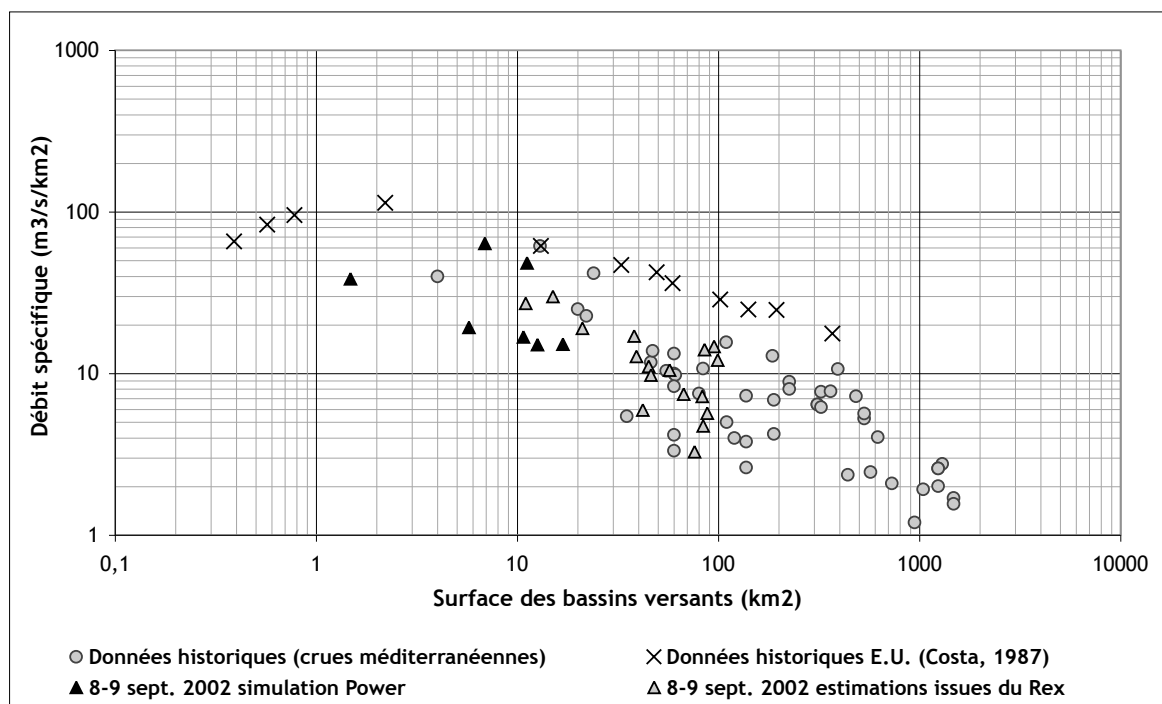


FIGURE 5.7 – Comparaison des débits spécifiques en fonction de la surface des bassins versants pour plusieurs crues historiques et la crue de septembre 2002 dans le Gard. Source : Ruin *et al.* (2007a).

bassin versant en un champ de courant spécifique.

À partir des observations de pluie disponibles et de quelques-unes des constatations hydrologiques faites précédemment, les conditions amont sont les plus faciles à reconstruire à condition que la localisation des accidents soit assez précise pour identifier le bassin en cause. Par contre les conditions locales d'écoulement sont plus difficiles à estimer car elles sont extrêmement variables dans l'espace et dépendent des conditions hydrauliques aval et de la micro-topographie locale incluant la végétation, les routes, les ponts, les digues ou toutes autres forme d'urbanisation. Le manque d'information rend la chose pratiquement impossible pour toute une série de cas.

Étant donné ces difficultés, nous supposons que les conditions locales sont seulement gouvernées par les conditions amont, c'est-à-dire que les différentes configurations locales ont des effets comparables. Cette hypothèse était déjà implicite lors de notre description des circonstances des différents accidents en relation avec l'intensité des conditions météorologiques affectant l'amont des bassins versants. Bien entendu, cette hypothèse est une source d'incertitude importante et nous invite à collecter plus de données et à améliorer notre connaissance de cette fonction de transfert qui convertit le flot amont en un champ de courant local à l'aval.

Dans le but d'analyser les échelles d'intensité des crues qui ont conduit aux différents accidents, nous avons utilisé les débits spécifiques valables à l'amont des bassins versants. La figure 5.7

représente une série de débits spécifiques caractéristiques de différentes crues ayant affecté les régions méditerranéennes françaises pendant les 100 dernières années (Astier et Desbordes, 1993). Certains ont été mesurés mais la plupart ont été estimés à partir d'investigations de terrain post-événementielles. Le graphique qui en résulte est comparable aux records établis aux États-Unis même s'ils semblent plus faibles à grande échelle (Costa, 1987). En prenant comme référence ce ratio de décroissance des débits spécifiques selon l'échelle des bassins versants, les valeurs correspondant aux crues de septembre 2002 figurent parmi les plus fortes, ce qui laisse supposer un caractère particulièrement exceptionnel.

Finalement, et ce qui nous semble le plus important pour notre étude, concerne les débits spécifiques estimés par simulation pour les petits bassins versants ayant causés des victimes. Ceux-ci sont du même ordre de grandeur que les records mondiaux présentés sur ce graphique. Le corollaire de cette observation est qu'un affaiblissement, de l'intensité dans la gamme située autour des 100 km², ne peut pas être considéré comme responsable du vide mentionné plus haut en ce qui concerne les bassins générateurs de victimes.

Après avoir détaillé les circonstances hydro-météorologiques qui sont à l'origine des accidents lors de la crue de septembre 2002, nous proposons maintenant d'examiner le rapport entre les circonstances extérieures et les comportements en temps de crise.

5.3 Les comportements en temps de crise

La section précédente nous a permis d'envisager les circonstances les plus dangereuses pour les individus confrontés à un épisode pluvieux exceptionnel dans le Gard. Ainsi nous nous sommes basés sur les cas extrêmes qui se sont soldés par des accidents fatals. Malheureusement en ce qui concerne ces cas, il est difficile de connaître avec précision les circonstances des décès, notamment de comprendre les motifs qui ont conduit les personnes à se retrouver au mauvais endroit, au mauvais moment. Est-ce l'imprévisible soudaineté des crues, les nécessités sociales, l'inconscience ou le goût du défi qui est à l'origine de leur exposition ? Ces questions ne peuvent trouver de réponse dans le seul examen des cas de décès, surtout compte tenu de la rareté des données qui leur sont liées. Pour en savoir plus sur les motifs des pratiques spatiales en temps de crise, nous nous sommes aussi intéressés aux récits des « vivants » qui ont eu à affronter les crues de 2002.

Nous avons cherché à reconstituer, par le biais d'entretiens approfondis avec une trentaine de sinistrés, leurs faits et gestes pendant l'événement et l'état d'esprit dans lequel ils les ont entrepris. L'objectif de cette enquête qualitative était de comprendre quels sont les moteurs des comportements en temps de crise et de les mettre en relation avec le contexte hydro-météorologique et

social local. Dans cet objectif, nous avons choisi de conduire nos entretiens dans trois communes situées sur le bassin versant du Gard mais toutefois diversement touchées par l'événement. Nous expliciterons d'abord les contextes communaux dans lesquels se sont déroulés les événements avant d'envisager les profils de comportements et les motifs qui peuvent y être associés.

5.3.1 Les communes de Saint Hilaire d'Ozilhan, Remoulins, et Comps dans la crise

Les communes de Saint Hilaire d'Ozilhan, Remoulins, et Comps ont été choisies comme terrains d'étude afin d'obtenir un échantillon de situations communales le plus varié possible du point de vue des circonstances de l'inondation de 2002. Nous avons également volontairement évité les communes les plus durement touchées par l'événement, étant donné le traumatisme que cela représentait encore pour la population au printemps 2003. Les critères de choix du terrain d'enquête et de l'échantillon de population sont d'ordre géographique et tiennent compte de la distance à la rivière, de l'accessibilité routière lors de la dernière crue et de la situation vis-à-vis des zones inondables définies par les Plans de Prévention des Risques inondation (PPRi) (lorsqu'ils existent).

Sur le plan géographique, ces communes recoupent des bassins versants de tailles différentes dont les caractéristiques ont conditionné le déroulement de la crue de septembre 2002. Le village de Saint-Hilaire d'Ozilhan, situé le plus à l'amont et possédant le plus petit bassin versant a été touché par des ruissellements importants dès le début de l'épisode. Le territoire communal de Remoulins, plus en aval, localisé à la confluence de deux bassins versants de tailles très différentes, celui du petit cours d'eau de la Valliguière et celui du Gard (1 855 km²), a été successivement inondé par ces deux cours d'eau. Enfin, la commune de Comps, elle aussi localisée à l'exutoire de deux bassins versants de tailles différentes, le Gardon d'une part et le Rhône d'autre part, a été submergée beaucoup plus tardivement que les deux précédentes par surverse au-dessus des digues du Gard. En ce qui concerne l'alerte et la gestion de crise au niveau local, ces communes ont bénéficié d'un traitement très différent allant de l'absence d'alerte à Saint-Hilaire d'Ozilhan, à l'ordre d'évacuation préventive à Comps.

Afin de mieux cerner les circonstances des comportements dans ces trois communes, nous avons réalisé un schéma synthétique de la chronologie des événements au plus fort de la crise, les 8 et 9 septembre 2002 (figure 5.8).

D'un point de vue hydro-météorologique, les communes de Saint Hilaire d'Ozilhan et de Remoulins situées respectivement à l'amont et à l'aval du petit bassin versant de la Valliguière ont été touchées par la crue de ce cours d'eau dès le dimanche 8 septembre en fin d'après-midi. Le bassin

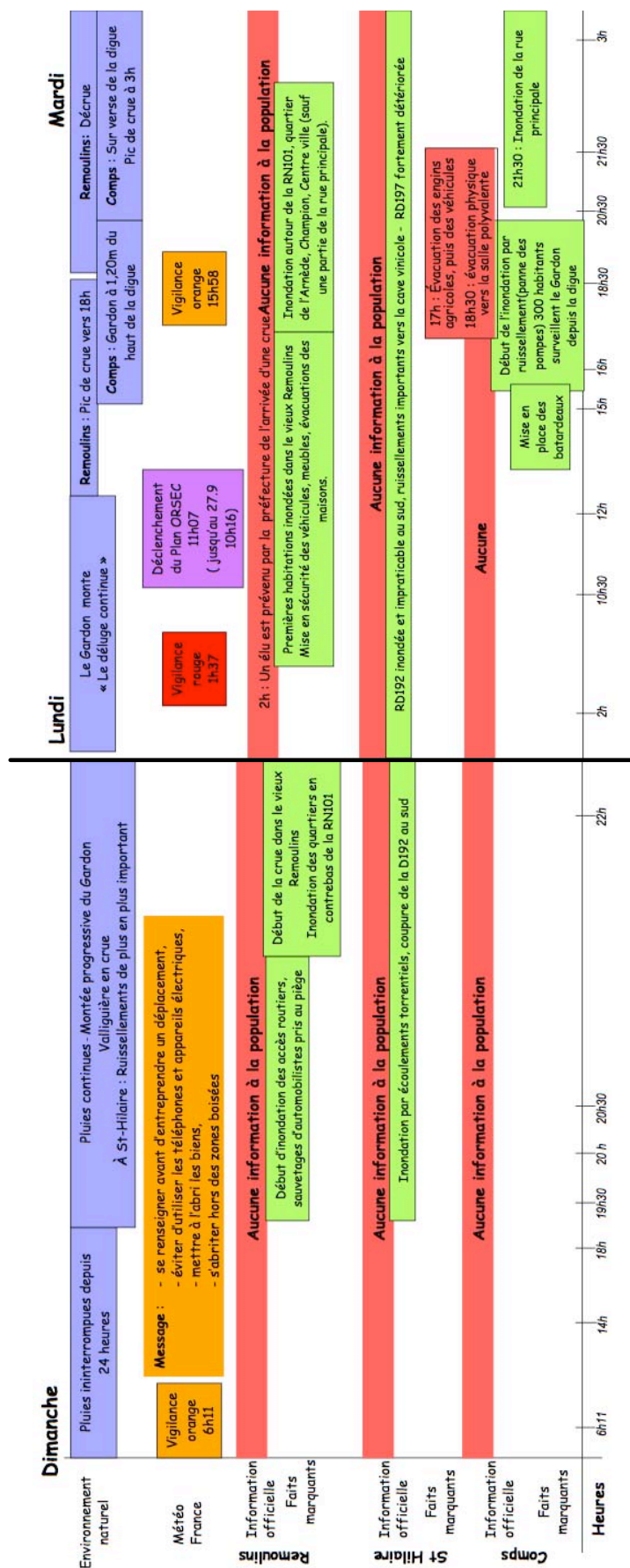


FIGURE 5.8 – Synthèse de la chronologie des événements des 8 et 9 septembre 2002 dans trois communes du Gard. Source : Ruin (2003)

5.3. Les comportements en temps de crise

versant concerné est localisé à l'intérieur de l'isoline 100 mm de cumul de pluie correspondant à la première phase pluvieuse (phase I définie dans la section précédente).

Dans le secteur de Saint Hilaire d'Ozilhan l'inondation est la conséquence directe des précipitations intenses qui ont touché les reliefs alentour. Elles ont produit un ruissellement torrentiel très puissant qui a traversé le village le dimanche dans la soirée et la nuit. Des écoulements résiduels étaient encore présents le lundi mais de manière beaucoup plus ponctuelle. Nous sommes dans le cas typique d'une crue éclair pour laquelle l'alerte était difficile à donner, les habitants de ce village n'ont d'ailleurs bénéficié d'aucune information officielle les prévenant d'une possible inondation.

À Remoulins, dès le dimanche soir, les services de secours sont assaillis d'appels téléphoniques signalant de nombreux automobilistes piégés sur les routes. De nombreuses personnes sont évacuées vers la salle des fêtes de Remoulins et les routes sont submergées pendant plusieurs heures.

En réaction aux phases pluvieuses I, II puis III, le niveau du Gard commence à s'élever progressivement pendant la nuit. En début de matinée, il inonde le secteur de la vieille ville qui le joute et son niveau continue de croître jusqu'à atteindre son maximum vers 18 h. Dès le début d'après-midi la situation de la veille se représente avec de nouvelles personnes bloquées sur les toits de véhicules et sauvées grâce à plusieurs opérations d'hélicoptère. Les habitants de la vieille ville se sont mis en alerte seuls, en instaurant une surveillance de la rivière. Aucune alerte, ni ordre d'évacuation n'ont été lancés par les autorités communales bien que cette crue ait été facilement prévisible.

À Comps, l'inondation n'a commencé que le lundi après-midi et a duré jusqu'au mardi matin. La problématique est cette fois complètement différente. Le village situé à la confluence Gard - Rhône est protégé par des digues depuis 75 ans. Cependant, celles-ci sont en mauvais état et des travaux de renforcement doivent débuter le 16 septembre. Aussi, lorsque le Gard commence à se faire menaçant vers 15 h (son niveau de crue arrivait à 1 m 20 du haut de la digue), 300 habitants se pressent sur la digue pour surveiller l'évolution de la situation. Informé de l'ouverture des portes du barrage de Vallabrègue situé sur le Rhône, à l'aval du village, le maire suspecte une forte crue du Rhône et envisage le risque de reflux du Gard. L'évacuation du village est décidée par l'équipe municipale à 17 h, le Gard arrivant à 80 cm du haut de la digue. L'ordre d'évacuation est transmis oralement par les élus qui font du porte-à-porte, faute d'électricité pour faire marcher la sirène. Les habitants sont priés, dans un premier temps, d'éloigner les engins agricoles du centre du village, puis de déplacer les véhicules vers la salle polyvalente à la sortie du village, et enfin d'évacuer physiquement vers la salle polyvalente ou plus haut.

L'évacuation des habitants a eu lieu entre 18 h 30 et 20 h. Selon l'adjoint au maire de Comps, 200 habitants environ, principalement des personnes disposant de maison à étages ou des anciens,

ont refusé de suivre l'ordre d'évacuation de la mairie. Le Gard passe au-dessus de la digue entre 20h et 20 h 30, la rue principale du village est inondée vers 21 h 30 et le pic de crue est atteint à 3h dans la nuit du lundi au mardi. Par endroit, il y a eu jusqu'à 3m d'eau. Selon les témoignages, l'eau est montée très vite, environ 1,50 m en moins de 2 h. Les secours en hélicoptères ne sont arrivés qu'à 2 h du matin, les sauveteurs en zodiac ne pouvant pas accéder aux habitations à cause du courant. Parmi les 200 personnes restées, 150 sont évacuées par les secours pendant la nuit. La décrue s'amorce vers 4 h du matin et le village ne se vide qu'à partir de 8 h 30 à la faveur d'une brèche dans la digue.

Comment les habitants de ces différents villages ont-ils réagi face à de tels événements ?

5.3.2 Typologie des comportements individuels

Dans le but de recueillir le maximum d'informations sur les comportements en période de crise et le contexte qui a conduit à la prise de décision, nous avons interrogé trente personnes choisies au hasard en faisant du porte-à-porte dans les trois communes citées précédemment. La grille d'entretien utilisée est structurée autour de deux thèmes principaux :

- le cadre de vie : représentation de l'espace et pratiques quotidiennes au sein de cet environnement,
- le cours d'eau : espace vécu, représentation du risque de crue et réaction face à l'événement de septembre 2002.

Les trente témoignages recueillis ont permis de reconstituer la plupart des actions entreprises au fil des heures de crise par chacune des personnes interrogées, et de cerner, dans la mesure du possible, les raisons qui ont été à l'origine de ces actions. La figure 5.9 synthétise les informations obtenues en matière de comportements, en représentant quatre profils types en fonction du temps.

En ordonné, le graphique fait apparaître les deux grands types d'actions mises en œuvre face à la montée en puissance de l'événement : d'une part, la poursuite d'activités ou de pratiques habituelles plus ou moins adaptées aux circonstances exceptionnelles ; d'autre part, la mise en œuvre d'actions dictées par l'événement, que l'on peut qualifier de préventives ou de curatives. Ainsi nous avons considéré que l'annulation de déplacements habituels ou prévus, que la modification des itinéraires habituels au profit de chemins considérés comme « plus sûr au regard de l'inondation », et que la recherche d'information sur l'inondation faisaient partie des pratiques habituelles adaptées aux circonstances. Concernant les actions déclenchées par l'événement, nous avons considéré comme préventives toutes les actions de surveillance et de sauvegarde entamées avant que la situation ne devienne dangereuse pour les personnes. Les actions classées comme curatives sont les actions de sauvegarde qui ont été entreprises alors que l'inondation avait dé-

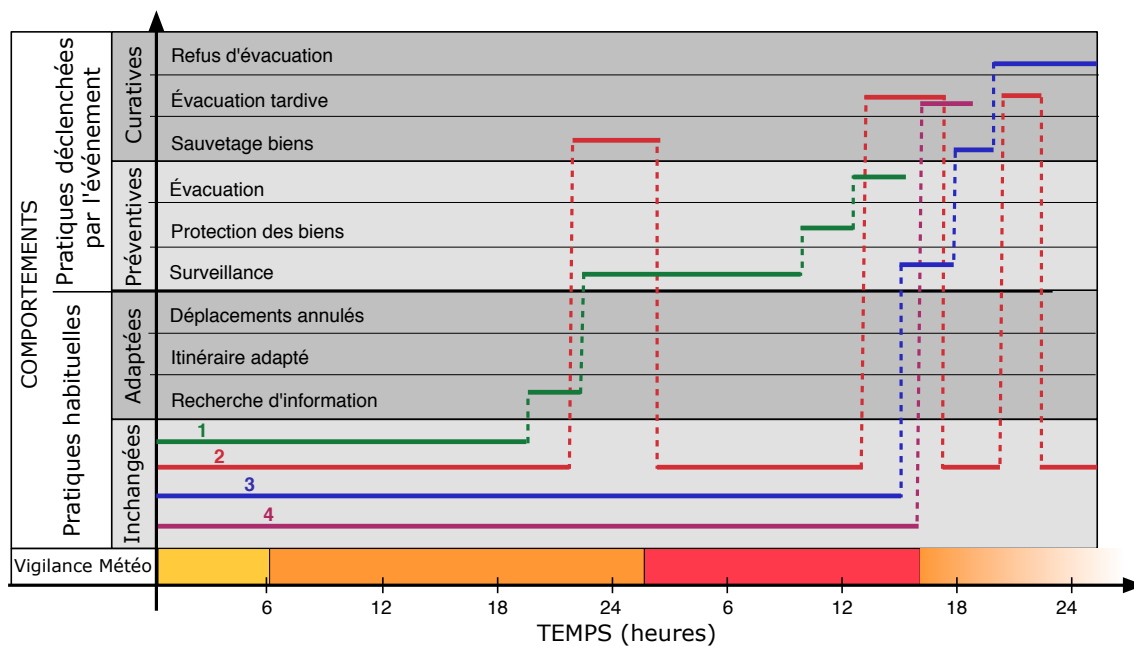


FIGURE 5.9 – Profils de comportements caractéristiques face à la montée de crues rapides . Source : Ruin et Lutoff (2004), enquêtes par entretiens, N = 30, Gard 2003.

jà atteint les personnes. Ces actions impliquent généralement le recours à l'aide extérieure. En abscisse figure la chronologie des événements du dimanche 8/09 à 0 h au lundi 9/09 à 24 h. Les traits verticaux représentent, dans le temps, les alertes de météo France (niveau de vigilance orange puis rouge) et le plan Orsec, déclarés au niveau national.

Cette représentation graphique de l'information nous permet de faire plusieurs constatations. Nous pouvons noter, dans un premier temps, que plusieurs personnes ont mis en œuvre des actions curatives (c'est-à-dire qu'elles étaient déjà inondés) pendant la vigilance orange de Météo France mais avant que le niveau de vigilance maximal (rouge) ne soit décrété. Ces situations ont été rencontrées à Saint Hilaire d'Ozilhan et à Remoulins en réaction aux ruissellements torrentiels et à la crue de la Valliguière. Cette observation suscite deux réflexions. D'une part, il semble que le niveau de vigilance orange ne soit guère suivi de la mise en œuvre d'actions de prévention. Parmi toutes les personnes rencontrées, pas une n'a changé ses habitudes en période de vigilance orange avant, soit d'avoir confirmation du danger par une observation personnelle ou l'avis de proche, soit d'y être contraint par les événements extérieurs. Le niveau de vigilance rouge ne semble pas avoir beaucoup plus d'effets, puisque trois des profils montrent des activités peu adaptées aux recommandations qui accompagnent les bulletins de vigilance. D'autre part, cette représentation graphique souligne l'inadéquation entre le délai d'alerte (vigilance orange) et le temps de montée de la crue dans le cas des petits bassins versants à réaction rapide.

Cette figure permet par ailleurs de mettre en évidence deux grandes catégories de comportements. Les comportements que l'on peut désigner comme « prudents » dont le profil type (tracé n° 1) indique une prise de conscience progressive liée à la montée en puissance de l'événement et donc la mise en œuvre d'actions adaptées aux circonstances. Les personnes qui sont dans ce cas ont généralement une bonne connaissance de leur environnement. Ces comportements ont notamment été recensés dans la vieille ville de Remoulins située en bordure du Gardon. Il semble qu'il existe dans ce quartier une forte cohésion sociale qui a favorisé la mise en place, pendant la crise, d'une sorte de réseau d'alerte local, ce qui a d'ailleurs permis d'alerter la municipalité.

Les comportements, que nous avons considérés comme « à risque » sont caractérisés par trois types de profils :

- un profil « en dents de scie » (tracé n° 2) : ce profil décrit les réactions « au coup par coup » des individus qui se trouvent surpris par l'inondation. Les pics du profil correspondent au passage brusque d'un comportement habituel, ignorant les conditions extérieures anormales, à une prise de conscience trop tardive du danger aboutissant à la mise en œuvre d'actions curatives risquées. La présence de deux pics indique que les personnes se sont mises deux fois en danger au cours de la crise. Pour certains, qui se sont fait surprendre sur le même lieu par deux inondations successives, cela reflète les conditions hydrologiques locales. C'est le cas à Remoulins où un même quartier a été inondé deux fois de suite par deux cours d'eau différents. Pour d'autres qui ont effectué, malgré le déluge extérieur, un ou des déplacements au cours de la crise, la faible conscience du danger et le besoin de rejoindre leurs proches les a conduits à traverser volontairement plusieurs zones inondées dangereuses. Il semble que ce profil regroupe des personnes qui étaient, jusqu'à l'événement, peu sensibilisées au problème de crue, ayant pour la plupart une faible perception du danger. Ces personnes n'ont par exemple que très peu exprimé le sentiment de peur au cours de leur récit ou seulement dans des circonstances particulièrement délicates. Dans tous ces cas, les personnes concernées n'ont pas reçu d'alerte officielle concernant le risque d'inondation ;
- un profil en pente raide (tracé n° 3) : celui-ci est assez similaire au précédent. Il présente comme lui une pente raide par contre, il n'y a qu'un seul pic visible. Ce type de profil concerne de préférence les personnes ayant reçu une alerte officielle et un ordre d'évacuation comme cela a été le cas à Comps. Ces individus se sont mis en danger en refusant d'évacuer ou en évacuant trop tardivement. Cela reflète une certaine incrédulité face à l'information reçue et une trop forte confiance en sa propre expérience, en celle de la mémoire collective ou en ses propres ressources. Les personnes qui ont eu ce type de comportement sont bien souvent des habitants de longue date, connaissant bien la région et les colères de leur cours d'eau. Les crues locales, connues de mémoire d'homme, ne leur laissaient pas imaginer que cette crue pouvait être plus grave que les précédentes. De plus, la présence

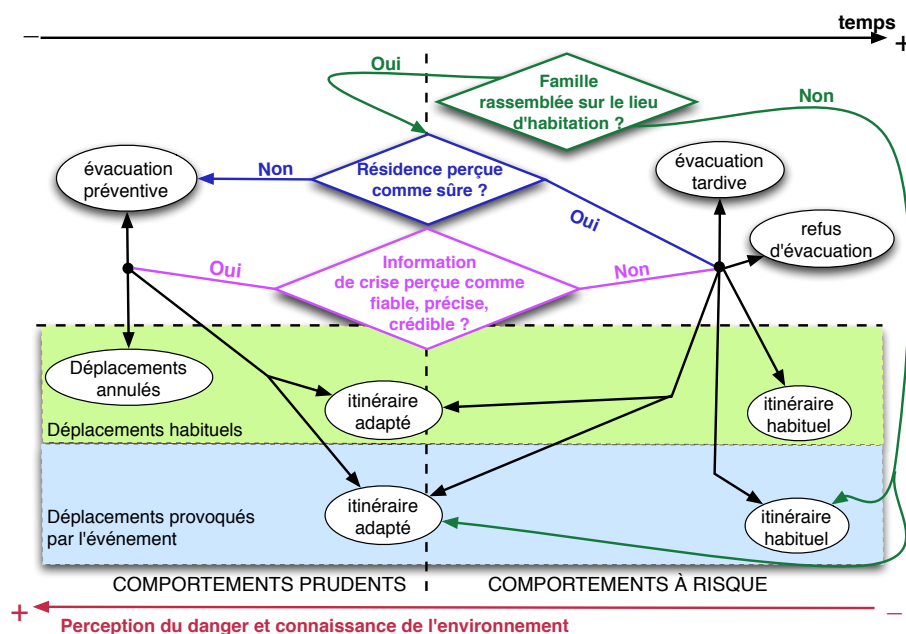


FIGURE 5.10 – Synthèse des principaux facteurs de comportement pendant l’événement hydro-météorologique de septembre 2002. Source : Ruin (2003), enquêtes par entretiens, N = 30, Gard 2003.

depuis plus de 70 ans de digues protégeant le village a contribué à renforcer leur sentiment de sécurité ;

- un profil horizontal : ce tracé (n° 4) complètement plat décrit le comportement des personnes pour qui l’événement n’a provoqué aucune réaction. Ces personnes n’étaient absolument pas conscientes du danger potentiel et n’ont donc rien mis en œuvre personnellement pour s’en protéger, ni pour s’informer du déroulement des événements. Cela concerne plutôt les personnes âgées qu’il a fallu venir chercher chez elles pour les évacuer.

Pour compléter cette analyse des comportements en temps de crue, nous avons ensuite cherché à comprendre quels étaient les motifs des pratiques spatiales mises en oeuvre pendant la période de crise.

5.3.3 Moteurs des pratiques spatiales

Les témoignages recueillis ont par ailleurs permis de cerner en partie les raisons qui ont motivé les différents types de comportements. La figure 5.10 synthétise les principaux facteurs de comportements face à une crue rapide.

Les comportements considérés comme « à risque » sont liées soit à des pratiques quotidiennes restant inchangées malgré les événements hydro-météorologiques exceptionnels, soit à la mise

en œuvre d'actions imprudentes causées par l'événement lui-même. Les pratiques habituelles qui s'avèrent dangereuses pendant une crue rapide sont principalement celles qui obligent les individus à se déplacer. Ainsi, parmi les 30 personnes interrogées, 13 se sont déplacées le jour de la crue pour vaquer à leurs occupations habituelles : trajets domicile - travail ou domicile - école des enfants pendant la semaine, visites à la famille ou à des amis et pratique des loisirs, principalement le week-end. Rares sont celles qui ont adapté leur itinéraire à la crue avant d'y être contraintes par les circonstances. Dans le cas des trajets vers le lieu de travail ou l'école des enfants, l'action est dictée par la nécessité. Si au moment du départ, les conditions extérieures locales n'empêchent pas le déplacement, et si aucune information crédible, précise et ciblée n'interdit celui-ci, le trajet est entrepris. Cette prise de décision est cependant nuancée par la perception du danger et la représentation de l'environnement propre à chaque individu. Il semblerait que les résultats du retour d'expérience tendent à montrer que plus la perception du risque est forte, plus la prudence influence la décision de partir ou de rester à l'abri. La connaissance de l'environnement local permet par ailleurs aux personnes d'adapter leur itinéraire pour éviter les zones qu'ils savent plus facilement inondables. Dans tous les cas, à partir du moment où l'individu perçoit le danger alors qu'il est en déplacement hors de son foyer, il n'aura de cesse de rentrer chez lui, souvent au mépris du danger, pour y retrouver sa famille.

Le deuxième type de pratiques qui peut devenir dangereux pendant une crue rapide est associé à l'événement lui-même, que ce soit en matière de déplacement ou de mesures de sauvegarde face à l'inondation. En effet, si ces dernières sont entreprises trop tard, elles sont à l'origine de mises en situation de danger qui peuvent avoir des conséquences dramatiques. Parmi les 30 personnes interrogées, 11 d'entre elles ont effectué au moins un déplacement suscité par l'événement. Ces déplacements visent à rassembler la famille (surtout en récupérant les enfants à l'école), à mettre à l'abri un véhicule, ou récupérer des animaux domestiques. Ils sont aussi souvent effectués pour aller rechercher l'information sur la crue ou porter secours à des proches. Cette recherche d'information incite souvent les individus à se rapprocher du danger pour mieux se rendre compte de la situation. Il faut noter que cette attitude a surtout été observée dans le cas de la crue du Gard qui a, d'une certaine manière, laissé le temps aux curieux et aux sceptiques d'aller faire leurs propres constatations. Dans le cas de la Valliguière et des ruissellements torrentiels qui ont affecté Saint Hilaire d'Ozilhan, toutes les personnes interrogées se sont surtout laissées surprendre par les écoulements chez elles ou sur la route.

En ce qui concerne les déplacements à risque, il semble que lors d'inondations, les véhicules 4 x 4 soient perçus comme plus sûrs car plus hauts. Ainsi leur conducteur se sentent-ils à l'abri et tentent de franchir des hauteurs d'eau qui les feraient renoncer avec un véhicule normal. A l'échelle de notre échantillon, il est difficile de conclure que les possesseurs de 4 x 4 seraient plus susceptibles de prendre des risques de ce fait, mais cette hypothèse mérite d'être testée à plus petite échelle.

L'évacuation tardive ou le refus d'évacuation font aussi partie des pratiques à risque. Elles ont bien souvent la même origine que dans le cas des déplacements. Ainsi, la première réaction face au danger étant de réunir la famille proche, l'évacuation peut en être retardée ou même être annulée lorsque la famille est dispersée. De même, un manque d'information sur la crue, ou une information non perçue comme fiable, précise et crédible peut avoir les mêmes conséquences. Un autre élément qui semble influencer la décision d'évacuation concerne le lieu et le type d'habitation. Si ces deux éléments sont perçus comme sûrs (refuge possible à l'étage de la maison, habitation ancienne n'ayant jamais été inondée...), les individus préféreront rester dans un lieu familier plutôt que d'être dirigés dans des lieux inconnus qui ne leur inspirent aucune confiance.

5.3.4 Les pratiques spatiales par types de bassins versants

Nous souhaitons envisager ici le rapport entre dynamique des crues et pratiques spatiales. Nous examinerons donc successivement les réactions individuelles en fonction de la taille du bassin versant auquel elles peuvent être rattachées.

À Saint Hilaire d'Ozilhan et Remoulins, sept habitants parmi les 20 interrogés se sont retrouvés confrontés à la crue du petit affluent du Gard dont la réaction violente est intervenue dès la première phase de l'épisode pluvieux. Comme le plus fort de la crise se déroulait le dimanche en fin d'après-midi, la plupart d'entre eux étaient chez eux lorsque la crue les a surpris. Dans le temps de la crise deux personnes ont effectué des déplacements pédestres pour satisfaire leur curiosité vis-à-vis de l'événement et deux autres ont maintenu les déplacements motorisés qu'elles avaient prévu, l'une pour se rendre à son travail et l'autre (accompagnée de ses parents) pour les loisirs. Ces deux personnes ont été confrontées à des tronçons de routes inondés et, dans les deux cas, elles ont poursuivi leur chemin, parfois en changeant d'itinéraire, pour atteindre leur destination finale. Il faut noter que ces personnes sont dans la force de l'âge et habitent la région de longue date, la méconnaissance du milieu ne peut donc être évoquée pour expliquer ces comportements. Cette crue rapide n'a suscité qu'un seul cas d'évacuation spontanée : il s'agissait d'un couple jeune avec un enfant en bas âge. Leur évacuation a été motivée par leur responsabilité parentale et par un handicap de la jeune femme (elle s'était blessée au pied en tentant de surélever les meubles). Leur maison n'a été que très faiblement inondée.

En ce qui concerne les comportements associés aux crues des rivières principales, nous avons mené l'enquête auprès de 20 habitants ayant vécu la crue du Gard à Remoulins et Comps et de trois autres habitants de Saint Hilaire d'Ozilhan ayant été confrontés à l'inondation lors de leurs déplacements routiers dans le secteur de Remoulins. Dans ce cas, l'inondation n'est intervenue que le lundi dans l'après-midi (Remoulins) ou en soirée (Comps). Cependant les habitants de Remoulins avaient déjà bénéficié d'un premier avertissement lié au débordement de la Valliguière

la veille au soir. Toutes les pratiques que nous associons à cette deuxième vague de crue ont donc été entreprises alors que le niveau de vigilance de Météo-France était au rouge. Dans ces deux communes, de nombreuses personnes se sont déplacées malgré l'alerte météorologique. Sept personnes se sont rapprochées du cours d'eau (à pied) pour en surveiller l'évolution. Il s'agit essentiellement d'habitants de longue date habitués aux colères du cours d'eau et dont la résidence est proche du Gard. Sinon 10 habitants de ces communes (cinq de chaque) ainsi que deux de Saint Hilaire ont, par ailleurs, effectué leurs déplacements habituels le lundi, la plupart pour se rendre et revenir du travail, une partie pour accompagner ou récupérer leurs enfants à l'école et un seul dans le cadre d'une activité de loisir. Parmi ceux-ci neuf personnes ont utilisé la voiture et six d'entre eux dans des conditions que l'on peut qualifier de « dangereuses », puisqu'ils se sont engagés sur des routes sérieusement inondées et/ou sont passés sur des ponts submergés jusqu'au tablier. L'une d'elles (ainsi que le conducteur de la voiture) a dû être hélitreuillée depuis le toit de son véhicule.

Conclusion

Ce chapitre fait état des résultats d'une analyse de la crise associée à l'événement hydro-météorologique exceptionnel de septembre 2002 dans le Gard. Nous avons adopté ici deux approches complémentaires en envisageant conjointement les circonstances physiques et les réponses humaines individuelles dans ces circonstances.

L'analyse des circonstances hydro-météorologiques des accidents fatals intervenus pendant la crue de septembre 2002 nous fournit des résultats de diverse nature, certains relativement attendus et d'autres beaucoup plus « contre-intuitifs ».

En général, la cohérence entre la localisation, l'heure des accidents et les conditions hydro-météorologiques est assez bonne dans le sens où aucun accident n'apparaît inexpliqué si l'on considère l'effet combiné de l'intensité, la dynamique de l'épisode pluvieux et les caractéristiques des bassins versants amonts. Ainsi, si l'on exclut les cas d'Aramon (rupture de digue) et de Vezénobres (crise cardiaque au domicile), les 18 accidents répertoriés sont intervenus dès lors que les cumuls de pluie dans les bassins versants concernés devenaient importants.

En termes de soudaineté, les petits bassins versants avec des temps de réponse inférieurs à une heure apparaissent comme les plus dangereux dans le sens où ils réagissent sans cesse pendant tout l'événement et sur toute la surface couverte par les pluies. Ceux-ci ont affecté 11 individus en bonne forme physique (moyenne d'âge 43 ans) touchés alors qu'ils effectuaient des activités à l'extérieur de bâtiment (sauf dans l'unique cas qui implique une personne handicapée). Les rivières principales ayant des temps de réponse d'environ 10 heures ont frappé chez elles des

personnes plus âgées (moyenne d'âge 76 ans), de même que des campeurs et un piéton ayant montré des comportements plutôt imprudents en temps de crue. En termes d'intensité, tous les bassins versants concernés ont généré des débits spécifiques proches des records connus pour la région et aux États Unis.

Les observations « contre-intuitives » concernent plutôt les réactions des plus petits bassins versants (d'environ 10 km²) qui s'étalent sur toute la durée de l'événement. Ceci va à l'encontre de l'idée très répandue au sein de la communauté scientifique selon laquelle, les crues éclair ne laissent que quelques dizaines de minutes entre le début de l'orage et la crue et pour lesquelles il est souvent dit que l'alerte est inutile. La situation est clairement différente dans le sens où l'alerte aurait pu aider à prévenir ce danger diffus qui a commencé bien après le début de l'épisode pluvieux.

Même si cet événement exceptionnel apparaît intense de façon homogène sur l'ensemble de la gamme des échelles considérées (figure 5.6), les bassins compris entre 50 et 500 km² de surface n'ont pas causé de victimes. Ce résultat n'était pas attendu. Étant donné la taille de l'échantillon, cela peut être dû à de simples fluctuations statistiques ; cependant cette distribution bi-modale des tailles de bassins versants en deux pics situés autour de 10 et 1 500 km² reste intéressante à souligner.

Au regard des principaux résultats synthétisés ici, il semble important de noter que les échelles prises en compte par la majorité des précédentes recherches dans ce domaine (bassins versants de plus de 500 km²) apparaissent causer moins de la moitié des décès à l'échelle de l'événement étudié ici. Les recherches devraient maintenant s'intéresser à la relation entre pluie et écoulements en condition de pluie extrême, et sur de très petits bassins versants afin d'évaluer la quantité de pluie nécessaire pour déclencher leur réaction.

Enfin, pour compléter cette analyse des circonstances physiques des accidents mortels, notre enquête post-événementielle a permis d'étudier les réactions de crise de 30 habitants appartenant à trois communes sinistrées en fonction de la taille des bassins versants impliqués. Ces dernières situées à différents niveaux du bassin du Gard ont été affectées soit par la réaction d'un très petit bassin versant (Saint Hilaire d'Ozilhan), soit par celle du grand bassin du Gard (Comps), soit encore par la réaction successive des deux précédents (Remoulins). À partir de ces entretiens nous avons pu définir quatre types de profils de comportements différents. Ces profils semblent être influencés par la conscience du danger que représente la crue en général et sa propre exposition en particulier, le niveau de dispersion de la famille au moment de l'impact, les obligations professionnelles et responsabilités sociales.

Notre analyse par bassin versant montre que quels que soient la vitesse de réaction des cours d'eau et le niveau de surprise que cela peut engendrer, la plupart des individus ayant des obligations

professionnelles ou familiales ont maintenu leurs déplacements en temps de crise. Nous avons observé ce type de réaction alors que l'effet de surprise était important aux abords d'un petit affluent du Gard (la Valliguière). Mais de nombreux cas similaires ont également été relevés dans la deuxième phase de crue qui, cette fois-ci, a affecté le cours principal du Gard. Dans ce cas la soudaineté et la surprise n'étaient plus de mise, le niveau de vigilance étant au rouge depuis le matin et la crise ayant débuté depuis la veille pour une partie du département. Il faut noter par ailleurs, l'influence de la date et de l'heure de l'impact, les habitants ayant été touchés le dimanche soir avaient moins de raisons d'être surpris hors de leur domicile que ceux qui ont vu monter la crue le lundi.

À l'issue de ce travail d'enquête post-événementielle, il nous faut dire quelques mots de l'extrême difficulté qu'il y a à recueillir des données d'ordre social en situation de crise. Celles-ci sont partagées entre de nombreux services et certaines d'entre elles sont considérées, à raison, comme confidentielles. Par ailleurs, la précision des informations dépend bien souvent de la présence de témoins capables de décrire les circonstances des accidents. C'est pourquoi il nous paraît important de souligner l'intérêt de conduire des missions de retour d'expérience post-événementielles s'attachant à informer les comportements individuels en temps de crise. Le travail mené ici était qualitatif. Les conclusions exploratoires qui en sont issues semblent ouvrir un nouveau champ de recherche qu'il conviendrait de consolider par l'élaboration et la mise en oeuvre d'une méthode de retour d'expérience spécifiquement adaptée au recueil de données utiles à cet objectif.

Si ce travail d'analyse en retour d'expérience a permis de dégager de grandes tendances comportementales en temps de crise, il convient maintenant d'affiner ces observations, notamment par une approche plus quantitative utilisant les comportements déclarés dans le cadre des enquêtes par questionnaires réalisées auprès des résidents et des touristes du Gard.

—

Chapitre 6

Des représentations aux comportements

Si l'étude des représentations mentales essentielles à l'action individuelle quotidienne, nous permet de mieux comprendre les pratiques spatiales, elle n'est pas suffisante pour prévoir les actions individuelles lors d'une situation d'urgence provoquée par une modification brutale du contexte environnemental quotidien. Le passage des représentations du risque au comportement nécessite de prendre en compte deux autres facteurs : les connaissances et les attitudes vis-à-vis des moyens de protection à mettre en oeuvre dans ces circonstances environnementales nouvelles et incertaines, d'une part ; les facteurs qualifiés par D'Ercole (1991) de « contraignants », d'autre part.

Dans le cas des crues rapides, les gestes efficaces qui permettront de garder la vie sauve ne sont pas forcément ceux qui sont mis en avant pour se protéger d'une inondation de plaine, lente, dont l'extension est facilement prévisible. Le manque de temps pour réagir est ici un facteur prépondérant. Les actions de protection doivent donc être initiées au bon moment. Le laps de temps disponible pour l'action est probablement ce qui est le plus difficile à évaluer en temps de crise. Ainsi, il apparaît non seulement capital que les individus soient sensibilisés à la vitesse de réaction des cours d'eau qui peuvent potentiellement les menacer, mais il semble tout aussi important qu'ils sachent quelles sont les réactions appropriées à adopter lorsque la menace est imminente car toute perte de temps inutile doit être évitée.

Les facteurs contraignants, susceptibles d'empêcher l'action de mise en sécurité, peuvent intervenir soit à l'amont lors de la mise en vigilance, soit à l'aval lors de la réalisation des actions de sécurisation envisagées par chaque individu. Ces facteurs peuvent être d'ordre social ou technique. En guise de contraintes techniques ou organisationnelles, nous pouvons citer le défaut de moyens de communication de l'alerte ou des problèmes logistiques concernant l'évacuation ou la mise en sécurité sur les itinéraires routiers.

Les contraintes d'ordre social correspondent au contreponds psychosociologique, économique, ou culturel de la décision de mise en sécurité. Dans le cadre de l'étude de 2003 portant sur les comportements lors de la crue de septembre 2002, nous avons notamment mis à jour des pratiques dangereuses associées au besoin de réunir la famille, à celui de mettre en sécurité ses animaux domestiques, ou ses biens mobiliers ou au manque de confiance dans les autorités en charge de l'alerte et de la gestion de crise. Nous avons identifié deux situations particulièrement critiques pouvant aboutir à des choix dangereux. La première considère les réactions vis-à-vis d'un ordre d'évacuation. Ainsi, l'UNDRO (United Nations for Disaster Relief Organization) en 1987 soulignait que l'évacuation d'un lieu de résidence, qu'elle se fasse de manière préventive ou en situation d'urgence, était « *une des mesures les plus draconiennes qu'une personne puisse être amenée à prendre* ». Cette mesure peut donc susciter nombre de réactions qui sont susceptibles de retarder ou d'empêcher la mise en sécurité. Cet aspect est d'autant plus important à prendre en compte dans le cas de crue éclair que tout retard dans l'action peut conduire à des conséquences fatales.

La seconde situation critique qui émerge des retours d'expérience issus des dernières crues rapides dans le Gard et qui concerne particulièrement notre problématique des mobilités en temps de crise, concerne les enfants en âge scolaire. En effet, lorsque de tels événements arrivent pendant les heures d'ouverture des écoles se pose généralement le problème du rapatriement ou du maintien des élèves dans les établissements scolaires. Ce problème, directement géré par la cellule de crise préfectorale, n'est pas censé constituer un souci supplémentaire pour les parents. Ainsi, la communication préventive et les informations de crise, insistent toujours sur la prise en charge des enfants par l'institution scolaire en cas de crue. Malgré ces précautions, il semble que les parents soient peu disciplinés dans ce domaine. La quantification de ce phénomène nous paraît donc extrêmement importante car il peut être à l'origine de déplacements dangereux de la part des parents et de difficultés de gestion de la crise notables pour la préfecture et les établissements scolaires.

En premier lieu, ce chapitre se propose donc, d'une part, d'évaluer la façon dont les résidents et les touristes en visite dans le Gard envisagent de se protéger en cas de crue et, d'autre part, d'identifier les contraintes susceptibles d'inhiber leurs réactions. Les résultats présentés ici sont issus de l'analyse des réponses à une douzaine de questions, classées sous la rubrique « *comportement en cas d'alerte et de crise* », dans les enquêtes par questionnaires réalisées respectivement en septembre et octobre 2004 auprès de 268 touristes et 960 résidents du Gard (cf. questionnaires en annexe). Les questions, la plupart à choix multiples, ont été construites sur la base de l'étude des comportements individuels en situation de crise menée dans le Gard suite à la crue catastrophique de septembre 2002 et détaillée au chapitre 5. Dans un second temps, nous étudierons les relations entre ces variables de comportement, les variables de représentation du risque étudiées au chapitre 4 et les variables socio-démographiques, spatiales ou ayant trait au cadre de vie des personnes interrogées. Finalement, dans le but de mieux appréhender l'influence des facteurs

d'ordre conjoncturel et géographique sur les comportements en temps de crise, nous proposons de comparer les comportements déclarés dans le cadre de nos enquêtes par questionnaires avec les comportements « reconstitués » grâce aux récits des sinistrés de la crue de 2002 (cf. chapitre 5).

6.1 Intelligence du phénomène et des moyens de s'en protéger

Il s'agit ici d'évaluer « *a priori* » la qualité des connaissances de base permettant une réaction appropriée lors d'une alerte ou d'une crise hydro-météorologique. Notre évaluation n'a pas pour ambition de reposer sur un scénario spécifique permettant de délimiter les contours des zones potentiellement dangereuses. En effet, compte tenu de la taille de notre zone d'étude et de la variété des scénari hydro-météorologiques potentiels, il est impossible de définir précisément pour chaque commune enquêtée la liste des mesures de protection les plus adaptées en fonction du contexte local. Ainsi nous proposons de tester les capacités de réaction individuelles en comparant les comportements déclarés dans le cadre de nos enquêtes, avec les consignes de sécurité généralement prônées par les pouvoirs publics dans le cas d'inondation brutale.

Trois types de mises en situation associées à l'occurrence d'une crise ont été envisagées. Les deux premières s'intéressent aux réactions en matière de déplacements et la dernière s'attache aux réactions sur le lieu d'hébergement.

6.1.1 Des attitudes différentes en matière de déplacement selon le type de population

En matière de déplacement, nous pouvons considérer deux types de circonstances dans lesquelles chaque individu peut être amené à faire des choix pour assurer sa propre sécurité. À l'amont, une première décision peut intervenir au moment d'entreprendre un déplacement lors de fortes précipitations alors que Météo France affiche une vigilance orange ou rouge. Dans un second temps, les individus ayant choisi de se déplacer malgré les alertes ou ceux n'ayant pas eu connaissance de l'alerte, peuvent se trouver confrontés à la submersion de portions de routes sur leur itinéraire. Dans ce cas, il s'agit de tester leurs connaissances ou leurs réflexes pour se tirer d'une situation de ce type.

a. Choix de mobilité face aux niveaux de vigilance orange et rouge de Météo France

Les cartes et bulletins de vigilance orange et rouge de Météo France annonçant des événements dangereux sont toujours accompagnés de consignes de prudence adaptées au phénomène météorologique prévu. Ainsi dans le cas de fortes précipitations, il est recommandé de :

Vigilance Orange

- Se renseigner avant d'entreprendre des déplacements, d'être très prudents, de respecter les déviations mises en place,
- Ne pas s'engager à pied ou en voiture, sur une voie immergée,
- Mettre en sécurité vos biens susceptibles d'être endommagés et surveiller la montée des eaux, dans les zones habituellement inondables.

Vigilance Rouge

- Rester chez soi, dans la mesure du possible, ou éviter tout déplacement dans les départements concernés,
- D'être très prudents, si les déplacements s'avèrent indispensables et de respecter les déviations mises en place.

Dans le but de tester les réactions de prudence vis-à-vis des niveaux orange et rouge de Météo France, nous avons cherché à savoir quels choix de mobilité étaient envisagés à l'annonce de tels niveaux de vigilance. La figure 6.1, représentant les attitudes face aux niveaux 3/4 (orange) et 4/4 (rouge) pour les deux types de population enquêtés, montre des courbes de formes différentes en fonction du niveau de vigilance. En vigilance orange (courbes oranges), les réactions diffèrent selon le type de population. Les touristes (trait pointillé) privilégient la recherche d'information (60 %) au contraire des résidents (trait plein) dont la tendance est d'annuler leurs déplacements (50 %), la recherche d'information intervenant en second (30 %). Il semble ainsi que les résidents soient, en moyenne, plus prudents que les touristes en allant au-delà des conseils de Météo France invitant plutôt, dans ce cas, à rechercher de l'information. Il faut néanmoins signaler qu'une proportion plus grande de résidents (20 %) que de touristes (5 %) aurait tendance à peu tenir compte de l'alerte en maintenant activités et déplacements ou seulement en les adaptant.

Dans le cas de la vigilance rouge (courbes rouges), les comportements sont similaires pour les deux types de population. La grande majorité annule leurs déplacements allant ainsi dans le sens des recommandations de Météo France. Une légère différence subsiste néanmoins puisque les touristes seraient les plus nombreux (17 % contre 8 % des résidents) à rechercher de l'information dans ces circonstances.

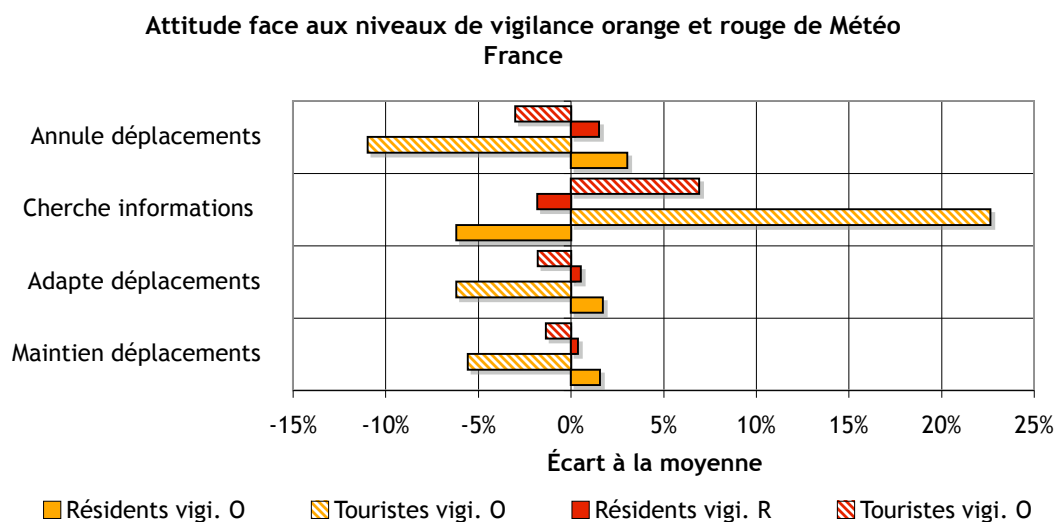


FIGURE 6.1 – Comparaison en matière de choix de déplacement entre populations touristiques et résidents du Gard, lors de l’annonce, par Météo France, de niveaux de vigilance orange ou rouge. Source : Enquêtes par questionnaires, N = 1228, Gard 2004.

b. Attitudes face à la montée des eaux sur la route

À la suite de ces questions visant à évaluer la propension des individus à se déplacer en période de vigilance météorologique, nous avons cherché à évaluer les réactions potentielles des conducteurs s’ils se trouvent confrontés à la submersion des routes au cours de leurs déplacements. Pour évaluer la qualité des réactions, nous pouvons nous baser sur deux documents à caractère préventif disponibles sur internet, l’un provenant du Ministère de l’Environnement français (MEDAD)¹ et l’autre, diffusé par la Federal Emergency Management Agency (FEMA)² aux États Unis. Tous deux affichent des conseils spécifiques en cas d’inondation brutale et s’accordent notamment en matière de déplacements sur deux points particuliers (i) se diriger vers les points hauts, (ii) éviter de s’engager sur une aire inondable à pied ou en voiture.

En ce qui concerne l’attitude des conducteurs lorsqu’ils sont confrontés à la submersion des routes, nous pouvons constater des réactions assez différentes en fonction du type de population (figure 6.2). Si la majorité des touristes réagissent de façon plutôt adaptée en cas de crue rapide, les attitudes des résidents semblent plus contradictoires. Ainsi, la plupart des personnes interrogées choisiraient de rouler vers un point haut, adoptant ainsi les recommandations officielles. Par contre, nous pouvons observer une différence entre les résidents, qui ne sont que 44 % à choisir cette solution, et les touristes qui l’adopteraient à 61 %. Ce type de réaction paraît logique : elle est martelée dans les documents d’information à destination des populations américaines. Cependant en France cette consigne n’est quasiment pas évoquée par les autorités publiques. Peut-être ce ré-

1. http://www.ecologie.gouv.fr/article.php3?id_article=118

2. <http://www.fema.gov/areyouready/flood.shtm>

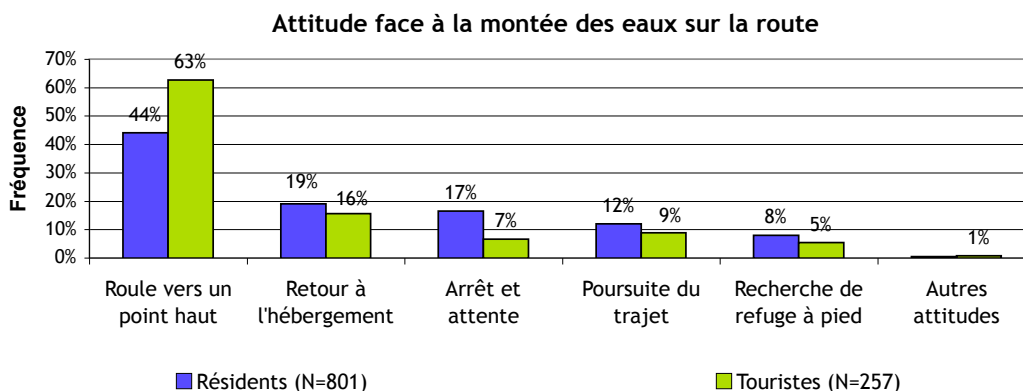


FIGURE 6.2 – Comparaison des réactions, entre populations touristiques et résidents du Gard, face à la montée des eaux sur la route lors de leur déplacement. Source : Enquêtes par questionnaires, N = 1228, Gard 2004.

sultat met-il en évidence un déficit de communication sur le sujet en France ? L'autre solution, que l'on peut caractériser de prudente dans ces conditions, consiste à abandonner sa voiture pour rechercher un refuge à pied. Il semble cependant que ce type de solution soit l'une des dernières envisagées, elle n'est citée que par 8 % des résidents et 6 % des touristes.

Comment expliquer ce faible score ? Plusieurs hypothèses peuvent être évoquées. D'une part, comme nous l'avons observé précédemment en matière de perception du risque, le déplacement piétonnier n'est pas perçu comme plus sûr que le déplacement motorisé. Celui-ci ne présente donc pas d'intérêt particulier d'autant qu'il oblige l'individu à s'exposer aux mauvaises conditions météorologiques et à abandonner sa voiture aux aléas. D'autre part, cette solution est d'autant moins envisageable si l'individu n'a pas une connaissance précise d'abri ou de refuge à proximité de l'endroit où il se trouve. Nous tâcherons de tester ces hypothèses dans la section consacrée à l'analyse des facteurs explicatifs.

L'observation des autres attitudes choisies par nos sondés est intéressante. En effet, 31 % des résidents et 26 % des touristes choisissent une solution peu sûre en préférant poursuivre leur trajet, notamment dans l'objectif de rentrer chez eux ou sur leur lieu d'hébergement. Ce type de comportement peut-être lié au besoin d'unifier la famille lors de circonstances difficiles, le domicile pouvant être perçu comme sécurisant et constituant le point de rendez-vous de tous les membres de la famille.

Si la connaissance des moyens de protection sur la route paraît fluctuante selon le type de population, nous pouvons nous interroger sur ce qu'il en est de cette connaissance sur le lieu de résidence ou d'hébergement.

6.1.2 Un comportement sur le lieu de résidence généralement en adéquation avec les consignes de sécurité

Nous envisageons ici le cas d'une personne se trouvant chez elle (ou sur son lieu d'hébergement pour les touristes) alors que les précipitations toujours intenses commencent à inonder les rues. Cette question doit nous permettre de cerner quels sont les réflexes de sécurité lorsqu'aucune consigne officielle n'a été donnée. Pour évaluer le bien fondé des réactions, nous pourrions là aussi nous référer aux conseils préventifs des autorités publiques. Ainsi en France, l'évacuation n'est conseillée que lorsque l'ordre en a été donné par les autorités ou si la crue y oblige, ce dernier point laissant beaucoup de place à l'interprétation individuelle. Il est aussi conseillé pendant l'inondation de se tenir informé de la situation au moyen de la radio.

Nous pouvons constater dans ce cas qu'une grande majorité de personnes, (environ 60 % qu'il s'agisse de résidents ou de touristes) choisit d'attendre des informations sans bouger (figure 6.3). Le deuxième choix consiste à quitter les lieux, les touristes ayant plus tendance que les résidents à adopter cette attitude. La troisième modalité la plus citée est différente pour les résidents et les touristes : les premiers privilégient la surveillance du cours d'eau en s'en approchant, les seconds préfèrent consulter les voisins. À la lueur de ces réponses, nous pouvons estimer que la plupart des personnes interrogées envisagent des réactions assez proches de celles prônées par le Ministère de l'environnement dans le guide des inondations brutales dont nous avons parlé précédemment. En effet, celui-ci conseille notamment de ne pas évacuer sans ordre (ce qui correspond à la réponse majoritaire de nos enquêtés) ou de ne le faire que contraint par la crue. Ce second point est sujet à discussion puisque la difficulté consiste bien souvent à estimer correctement la réalité de la menace. Ainsi, il semble que parmi notre échantillon, entre 15 et 21 % des individus aient évalué la situation décrite comme suffisamment sérieuse pour provoquer la fuite. Enfin, la surveillance du cours d'eau ou la consultation des voisins ne semblent pas constituer des mesures extrêmement prudentes dans le cas de rivières à temps de montée très court, car elles peuvent retarder la décision d'évacuation et même, dans le premier cas, contribuer à empêcher toute retraite.

Pour ceux qui ont choisi la modalité « *quitter les lieux* », nous avons cherché à savoir par quel moyen et dans quelle direction ils envisageaient leur fuite (Tableau 6.1). Leurs réponses soulignent une fois de plus leur préférence d'utiliser un véhicule plutôt que de partir à pied. La tendance est d'autant plus marquée pour les touristes (83 %) pour qui le véhicule représente aussi le moyen de rentrer chez soi. Quand il s'agit de préciser la direction qu'ils choisiraient pour fuir, une bonne moitié de résidents et 66 % des touristes indiquent qu'ils rejoindraient un point haut. Ensuite, environ un quart des personnes interrogées avouent ne pas savoir où aller ou donnent des réponses évasives révélant qu'ils n'ont pas d'idée précise sur cette question. À titre d'exemple, nous pouvons citer des réponses comme : « *le sud* », « *là où il ne pleut pas* » ou « *dans un endroit sûr* ». En ce qui concerne les résidents, il est intéressant de noter que 19 % aurait tendance à chercher du

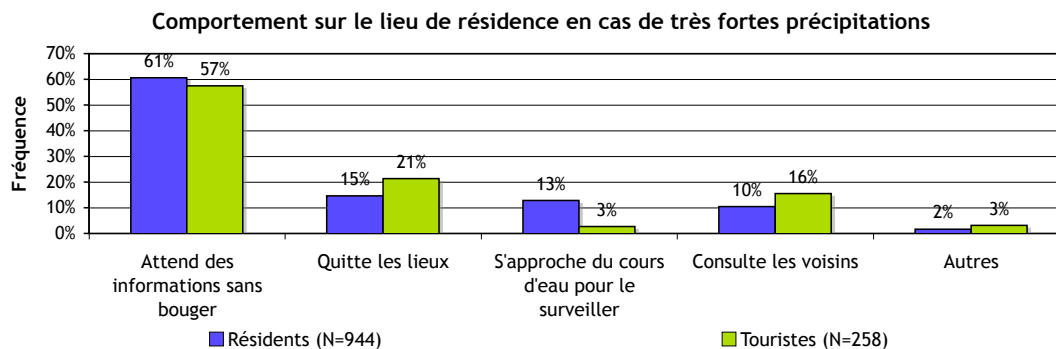


FIGURE 6.3 – Comparaison des réactions, entre populations touristiques et résidents du Gard, face à la montée des eaux sur leur lieu d'hébergement ou de résidence. Source : Enquêtes par questionnaire, N = 1228, Gard 2004.

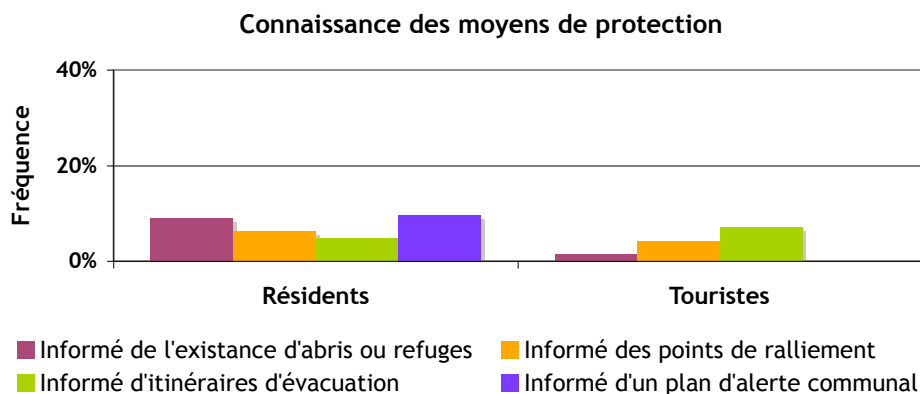


FIGURE 6.4 – Connaissance des moyens de protection sur le lieu de résidence ou d'hébergement pour les populations touristiques et résidentes du Gard. Source : Enquêtes par questionnaires, N = 1228, Gard 2004.

réconfort en société, soit en se réfugiant chez des proches (famille ou amis), soit en rejoignant le centre-ville. Même si ceux qui indiquent vouloir rejoindre le centre ville ont peut-être la même idée en tête, seuls quelques individus (4 % des résidents et 2 % des touristes) citent spontanément la mairie, un lieu refuge ou un point de ralliement comme destination à leur fuite. Par contre, il semble que dans ce domaine la connaissance des lieux sûrs ne soit pas générale.

Ainsi, nous nous sommes intéressés au niveau d'information des deux types de population concernant d'éventuels lieux refuges, points de ralliement, ou itinéraires d'évacuation qui doivent être prévus par les autorités municipales et formalisés dans le cadre des Plans Communaux de Sauvegarde (PCS) ou des Cahiers de Prescription et de Sécurité (CPS) pour les campings. Il apparaît que quel que soit le type de population, l'information sur les mesures de sauvegarde en temps de crise soit peu entendue (tableau 6.4). Au regard du nombre de PCS approuvés ou en cours de réalisation en 2004 dans le Gard, c'est-à-dire l'année de notre enquête, ces chiffres ne sont pas surprenants. En effet en 2004, deux communes du Gard disposaient d'un PCS approuvé alors

Moyens de fuite	Résidents	Touristes
À pieds	44%	17%
En véhicule motorisé	55%	83%
NSP	1%	0%
Total	100%	100%
Direction	Résidents	Touristes
Point haut	51%	66%
En centre-ville	9%	0%
NSP, réponses évasives	26%	28%
Chez des proches (résidents), chez soi (Touristes)	10%	4%
Autres : refuge, mairie, pt ralliement	4%	2%
Total	100%	100%
Information sur les mesures de sauvegarde locales en cas de crue	Résidents	Touristes
Abris ou lieux refuges	9%	1,5%
Points de ralliement	6,2%	4,1%
Itinéraires d'évacuation	4,7%	7,1%
Aucune information	85,8%	91%

TABLEAU 6.1 – Représentation du meilleurs moyen de quitter son lieu de résidence ou d'hébergement pour les populations touristiques et résidentes du Gard. Source : Enquêtes par questionnaires, N = 1228, Gard 2004.

que 32 % des communes du Gard, soit 114 communes sont soumises à l'obligation d'en réaliser un. En 2007 parmi les communes soumises à obligation, 12 communes disposent d'un PCS approuvé, six autres ont un PCS finalisé et 32 communes supplémentaires sont engagées dans la démarche³. Il semble donc qu'il reste encore des efforts à faire dans ce domaine. Néanmoins, la mise en oeuvre de ce type de mesure n'est pas nécessairement synonyme d'une meilleure connaissance des moyens de sauvegarde par la population. Ainsi, il pourrait être utile de tester l'efficacité de tels documents avec de nouvelles enquêtes ciblant spécifiquement des populations n'ayant pas le même accès au PCS. En ce qui concerne les campings, les CPS ont été établis entre 1997 et 2004 dans les campings situés en zone inondable, là où l'inondation est susceptible de dépasser 70 cm de hauteur. En 2006, 73 % des campings du Gard situés en zone inondable disposaient d'un CPS. Ce pourcentage s'élève à 88 % dans le bassin versant du Gardon, qui concerne particulièrement notre étude. À la lumière de ces chiffres, nous pouvons nous interroger sur l'efficacité de la communication des mesures de sécurité auprès des campeurs.

À l'issue de cette étude de la connaissance des moyens de protection, il semble que le problème se pose surtout en termes d'information préventive locale et d'attitude à adopter sur la route. Pour compléter notre analyse en matière de comportement, interrogeons nous maintenant sur les contraintes en matière d'action préventive.

3. <http://orig.cg-gard.fr/ori/tab/compcs>

6.2 Facteurs contraignants d'ordre social et technique

Lors des entretiens exploratoires menés en 2003 auprès des sinistrés de la crue de septembre 2002, nous avons mis en évidence plusieurs facteurs pouvant perturber la mise en sécurité des personnes en temps de crise (cf. chapitre 5). Il s'agit en particulier du problème d'accès à l'information pendant la crise, d'une volonté de sauvegarder des biens ou des animaux, d'un besoin de rassembler la famille ou de venir en aide à un proche. Il faut bien préciser que ces actions ne constituent pas en soi des prises de risque inconsidérées mais qu'elles peuvent conduire à une mise en danger si elles sont entreprises trop tardivement. Dans le but de quantifier ces problèmes potentiels, nous nous sommes intéressés aux réactions à un ordre d'évacuation ainsi qu'aux réactions des parents lorsque leurs enfants sont à l'école alors qu'une alerte est déclenchée. En effet, ce dernier problème s'est avéré particulièrement préoccupant lors des dernières crues comme nous le verrons au chapitre 7.

6.2.1 Les réticences face à l'évacuation

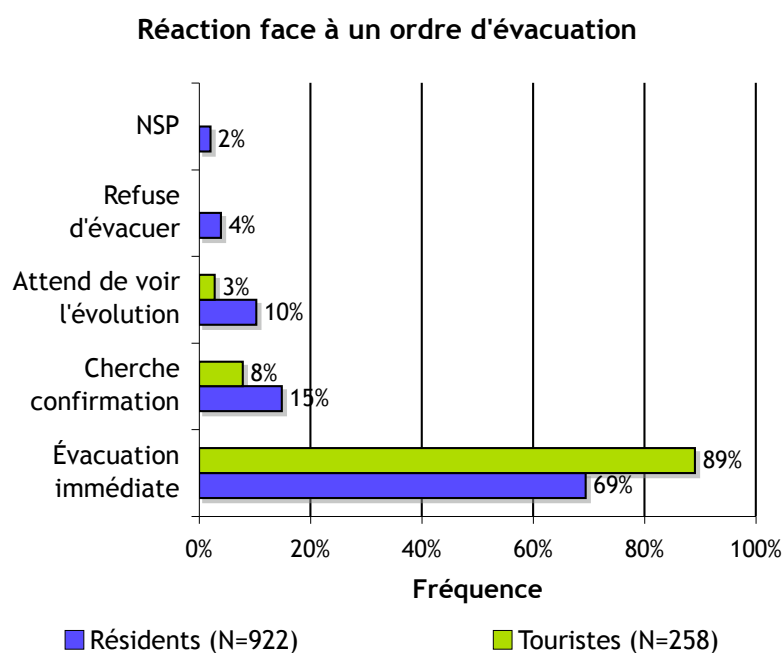


FIGURE 6.5 – Comparaison des réactions, entre population gardoise et touristes, face à l'ordre d'évacuer son lieu de résidence. Source : Enquêtes par questionnaire, N = 1228, Gard 2004.

Les réactions face à un ordre d'évacuation divergent en fonction du type de population. Les touristes sont 89 % à évacuer immédiatement selon les ordres alors que les résidents ne sont que 69 % dans ce cas (figure 6.5). Parmi les touristes le refus d'évacuation est quasiment inexistant contrairement aux gardois qui sont 4 % à l'envisager. Le besoin de confirmation de l'information

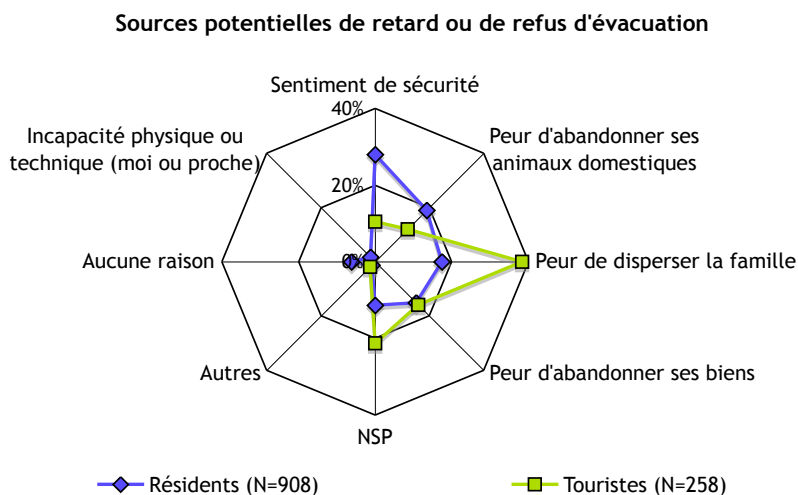


FIGURE 6.6 – Comparaison entre population gardoise et touristes, concernant les raisons qui pourraient empêcher ou retarder l'évacuation. Source : Enquêtes par questionnaire, N = 1228, Gard 2004.

ou de voir l'évolution de la situation concerne un quart de la population résidente et seulement 11 % des touristes. Même si ce comportement ne peut être complètement assimilé à un refus d'évacuation, il peut être qualifié de dangereux dans le cas de crue rapide puisqu'il peut aboutir à des évacuations tardives dans des conditions rendues difficiles par l'évolution de la situation.

Néanmoins, il paraît important de relativiser ces résultats puisque ceux-ci ne reposent que sur des comportements déclarés, « à tête reposée », qui pourront évidemment différer des comportements réels en situation de danger imminent. Cependant, il ne s'agit pas tant, ici, de prévoir quantitativement les comportements en crise que d'identifier les principaux éléments qui peuvent freiner la mise en oeuvre de mesures de protection en situation d'urgence. Dans cet objectif, nous avons cherché à connaître les raisons qui pourraient être à l'origine de ces choix. Le résultat apparaît en figure 6.6. Là encore, il semble que les priorités divergent en fonction du type de population. Pour les personnes en séjour dans le département, la raison la plus souvent invoquée (38 %) est la peur de disperser la famille qui ne figure qu'en troisième position chez les résidents. Ces derniers citent comme première cause de retard ou refus d'évacuation, le sentiment d'être en sécurité chez soi (28 %), contrairement aux touristes qui ne l'évoquent qu'en dernier. La population locale évoque ensuite la nécessité de sauver leurs animaux domestiques, la peur d'abandonner leurs biens n'arrivant qu'en quatrième position. 21 % des touristes ne savent que répondre à cette question ; ainsi peut-on imaginer qu'ils n'envisagent pas la possibilité d'aller à l'encontre d'un ordre d'évacuation.

Si le refus d'évacuation semble constituer un problème marginal (mais néanmoins préoccupant), il est intéressant de se pencher maintenant sur le cas des parents d'élèves soucieux de la sécurité de leurs enfants à l'école.

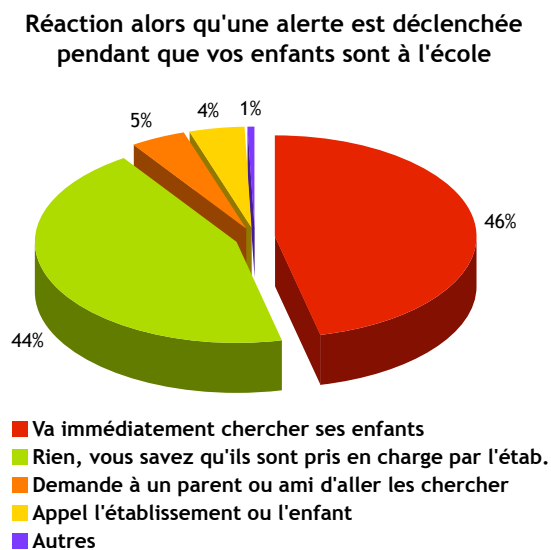


FIGURE 6.7 – Réaction des gardois parents d'enfants en âge scolaire à l'annonce d'un risque d'inondation dans le département. Source : Enquêtes par questionnaire, N = 352, Gard 2004.

6.2.2 La majorité des parents souhaitent récupérer leurs enfants à l'école

Comme le laissait prévoir les réactions observées lors des crues de septembre 2002 et septembre 2005, une majorité de parents (51 %) aurait tendance, en cas d'alerte inondation, à aller directement récupérer ses enfants à l'école, ou à y engager un proche, ceci malgré les consignes contraires diffusées par les autorités (figure 6.7). À noter par ailleurs que 4 % des personnes chercheraient à contacter leur enfant ou l'établissement scolaire ce qui constitue là encore une réaction déconseillée par les autorités. En effet, dans de telles circonstances les réseaux de communication sont souvent surchargés c'est pourquoi les autorités invitent à éviter tout appel téléphonique inutile. Le problème de l'utilisation des téléphones portables par les enfants au sein de l'établissement scolaire pour demander à leurs parents de venir les récupérer ne doit pas être négligé. Il a d'ailleurs été signalé, dans le cadre du retour d'expérience de la crue de 2005 effectué l'année dernière au sein du collège D'Aigues-Mortes, comme l'une des situations difficiles à gérer pour le personnel scolaire.

Dans le cas de la population touristique, le problème de la séparation entre enfants et parents au moment de la crise paraît moins sensible puisque nous avons observé que 94 % des visiteurs effectuant un séjour avec des enfants de moins de 18 ans ne se séparent pas de leurs enfants quelles que soient leurs activités.

Sur cette question, nous avons à faire face à un problème important touchant exclusivement les populations locales et notamment les parents d'élèves. Par contre, il semble qu'une autre contrainte, d'ordre technique cette fois, se pose concernant les populations touristiques en

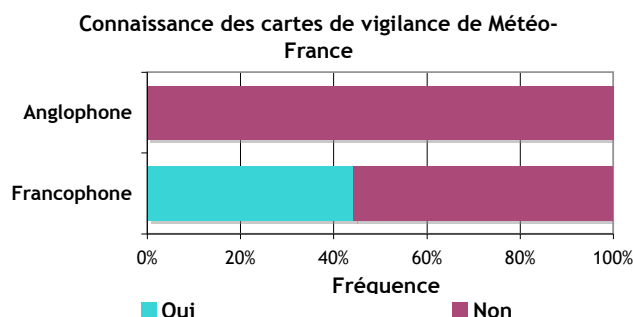


FIGURE 6.8 – Connaissance des cartes de vigilance de Météo-France en fonction de la langue maîtrisée. Source : Enquêtes par questionnaire, N = 268, Gard 2004.

matière de communication.

6.2.3 Le problème d'accès à l'information des populations touristiques non francophones

Lors de la réalisation de nos enquêtes auprès des populations touristiques, nous avons remarqué qu'une partie des touristes étrangers que nous souhaitions interroger n'était pas en mesure de nous répondre car ils avouaient ne pas suffisamment maîtriser le français ou l'anglais. Cette première constatation laisse supposer que ces populations seraient particulièrement vulnérables, en cas de crue, par manque d'accès à l'information. Ceci semble aussi vrai dans le cas des touristes étrangers que nous avons réussi à interviewer et en particulier des touristes anglophones. En effet, parmi les anglophones qui nous ont répondu, pas un seul ne connaissait les cartes de vigilance de Météo-France (figure 6.8). De plus, les touristes étrangers ne maîtrisant pas le français sont aussi moins enclins à consulter les prévisions météorologiques pendant leur séjour. Ils sont 70 % à déclarer ne jamais ou rarement consulter les prévisions (figure 6.9). Comme nous l'avons déjà souligné les informations météorologiques sont capitales en matière d'alerte aux crues rapides, ce sont les premières disponibles et parfois les seules dans le cas de bassins à réaction très rapide. Ces résultats dénotent donc un réel problème d'accès à l'alerte des touristes non francophones qui, s'ils sont prévenus par d'autres moyens, n'obtiendraient l'information que trop tardivement.

6.3 Les facteurs de vulnérabilité des comportements déclarés

Dans le but d'identifier les variables les plus influentes en matière de réactions, nous avons procédé à une mesure statistique des relations entre les variables de comportements déclarés,

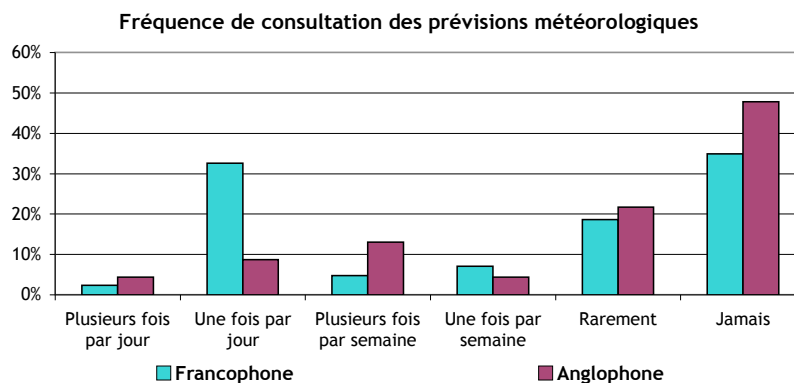


FIGURE 6.9 – Fréquence de consultation des prévisions météorologiques en fonction de la langue maîtrisée. Source : Enquêtes par questionnaire, N = 268, Gard 2004.

évaluées sur la base de la connaissance des moyens de protection et des contraintes à l'action, et les variables socio-démographiques, spatiales et de cadre de vie. Nous avons ensuite tester la relation entre les variables de comportement et celles concernant la représentation du risque. L'ensemble des relations significatives mises à jour grâce à ces tris croisés est synthétisé dans la table 6.2. À la lecture de ces résultats, trois types de variables semblent capables d'influencer les réponses concernant les comportements déclarés. Il s'agit en priorité des variables socio-démographiques, puis des variables concernant l'information en matière d'inondation et enfin des variables de représentation du risque qui apparaissent comme les plus faiblement influentes. Nous proposons de détailler dans les sections suivantes ces interrelations.

6.3.1 Le poids des variables socio-démographiques

Le genre constitue la variable socio-démographique la plus significative en matière de comportements déclarés, la classe d'âge et la profession arrivant en seconde position alors que la variable « enfant à charge » n'intervient que de manière plus ponctuelle.

a. Le genre, l'âge et les responsabilités parentales

Les femmes ont tendance à être plus respectueuses des consignes de sécurité. Elles déclarent annuler leurs déplacements dès l'annonce d'un niveau de vigilance orange et seront plus promptes à respecter les consignes (évacuer, recherche d'information avant d'agir). Lorsqu'elles choisissent d'évacuer leur logement de manière préventive (avant d'en recevoir l'ordre), elles ont tendance à rechercher un soutien social en se rendant chez des proches ou en se dirigeant vers le centre ville. La principale raison qui pourrait les empêcher d'évacuer est le souci des animaux domestiques. En matière de déplacement, les réactions en temps de crue sont assez hétérogènes mais pas forcément

Variables	Décision de déplacement		Comportement au volant	Réactions sur le lieu de résidence		Contraintes sociales	
	vigi. Orange	vigi. Rouge		Sans ordre d'évacuation	Avec ordre d'évacuation	Motif refus/retard évacuation	Réaction/ enfant à l'école
Profession							
Genre							NS
Âge							NS
Charge d'enfant	NS	NS	NS	NS			NS
Temps résidence			NS	NS	NS	NS	NS
Confiance acteurs de la crise	NS	NS				NS	NS
Représentation exposition lieu de résidence	NS	NS	NS	NS	NS		
Évaluation Hmax submersion	NS			NS	NS	NS	NS
Évaluation Heau dangereuse Piéton		NS	NS		NS	NS	NS
Évaluation Heau dangereuse Voiture	NS	NS	NS		NS	NS	NS
Vitesse montée crue	NS	NS	NS		NS	NS	NS

Test d'indépendance (χ^2)	Force de la liaison (test du V de Cramer)				
Non significative (NS)	$\chi^2 > 0,05$	Relation très faible	Vc < 0,1	Relation assez forte	Vc = [0,15-0,2[
		Relation faible	Vc = [0,1-0,15[	Relation forte	V ≥ 0,2

TABLEAU 6.2 – Synthèse des variables significatives influant sur les comportements en temps de crise hydro-météorologique. Source : Enquêtes par questionnaire, N = 960, Gard 2004.

prudentes. Les femmes envisagent d'arrêter leur voiture et d'attendre une amélioration ou hésitent entre poursuivre jusque chez elles ou se mettre à l'abri à pied.

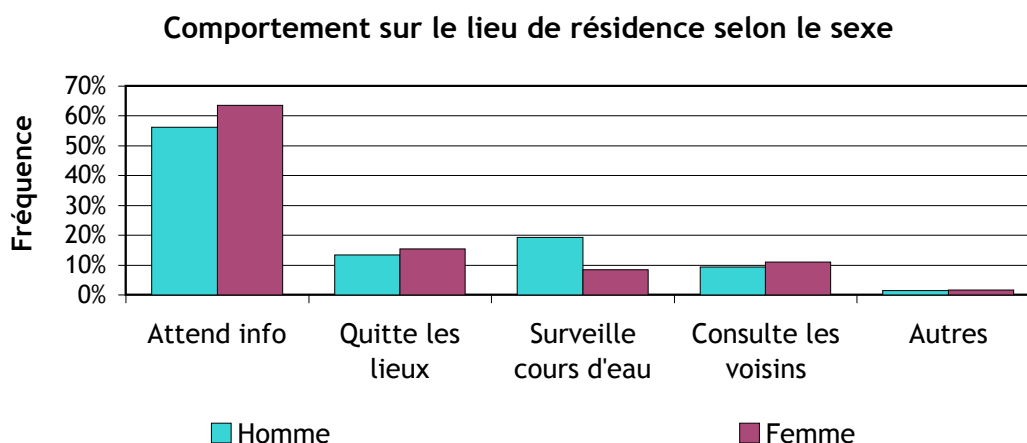


FIGURE 6.10 – Réactions face à la montée des eaux sur le lieu de résidence selon le sexe. Source : Enquêtes par questionnaire, N = 960, Gard, 2004.

Les hommes sont, pour leur part, plus méfiants envers les informations extérieures et généralement plus confiants vis-à-vis de leurs propres capacités. En réponse à un niveau de vigilance

orange ou rouge, ils envisagent de chercher de plus amples informations avant d'entreprendre un déplacement. De même, sur leur lieu d'hébergement, ils ont plus tendance à choisir de surveiller l'évolution du cours d'eau et à déclarer attendre de voir l'évolution de la situation plutôt que d'évacuer lorsqu'ils en reçoivent l'ordre. Ils expliquent leur réticence à l'évacuation par un sentiment de sécurité sur leur lieu de résidence et par une peur d'abandonner leurs biens. Contrairement aux réactions féminines, leurs réflexes de protection en cas de crise survenant pendant leurs déplacements semblent plus appropriés. Ainsi, ils auraient principalement tendance à se diriger vers un point haut pour se mettre à l'abri.

En ce qui concerne la variable âge, nous constatons que les personnes les plus âgées apparaissent généralement comme les plus prudentes sauf en matière d'évacuation de leur logement. En effet, les plus de 65 ans ainsi que la classe d'âge 45-65 ans seraient les plus nombreux à annuler leurs déplacements quel que soit le niveau de vigilance, à attendre des informations sur leur lieu d'hébergement avant d'agir et enfin à se diriger vers un point haut s'ils se trouvaient surpris par les crues lors de leur déplacement. Par contre, les plus de 65 ans auraient plutôt tendance à refuser d'évacuer s'ils en recevaient l'ordre. La principale raison invoquée dans ce cas est le sentiment de se trouver en sécurité chez soi, suivi de la peur d'abandonner ses biens. Il semble donc que globalement les plus âgés soient caractérisés par un manque de mobilité en temps de crise, considérant le lieu de résidence comme un abri sécurisant.

À l'inverse, les plus jeunes et en particulier les 25-45 ans apparaissent plus mobiles mais aussi plus méfiants vis-à-vis des informations extérieures. Ils préfèrent chercher un complément d'information avant d'envisager leurs déplacements et sont beaucoup plus prompts que les plus de 65 ans à maintenir leurs activités en adaptant ou non leurs déplacements. Nous pouvons supposer que ceci est aussi lié aux contraintes familiales et aux obligations de l'activité professionnelle qui sont plus fortes pour les moins de 45 ans que pour les plus âgés. Nous reviendrons sur cette hypothèse lors de l'analyse de la relation entre profession et comportement. Les réactions vis-à-vis du lieu de résidence montrent elles aussi un goût pour la mobilité et la recherche de confirmation, cela touche particulièrement les moins de 25 ans. Ainsi, ceux-ci préféreraient plutôt quitter les lieux, consulter les voisins et surveiller l'évolution du cours d'eau s'ils s'apercevaient de la progression de l'inondation autour de chez eux. De même en cas d'ordre d'évacuation, ils auraient généralement tendance à en rechercher la confirmation. Ils invoquent pour expliquer leur réticences à l'évacuation, la peur de perdre le contact avec leurs proches ou d'abandonner leurs biens. À l'inverse, les 25-45 ans seraient les plus nombreux à évacuer immédiatement.

En complément des facteurs genre et âge, il semble que la responsabilité d'enfant en âge scolaire influence les comportements en matière d'évacuation puisque les parents évacueraient en majorité sans se poser de question, près d'un quart d'entre eux n'imaginant pas de raison pour retarder ou refuser d'évacuer.

b. L'activité professionnelle

L'activité professionnelle semble jouer un rôle important sur le plan des attitudes en temps de crise. En matière de décision de déplacement, ce sont les catégories professionnelles dont l'emploi du temps est le plus flexible (retraités, agriculteurs, inactifs) qui annuleraient le plus facilement leurs déplacements en cas de vigilance orange ou rouge. À l'inverse, les professions intermédiaires, les artisans-commerçants et les chômeurs⁴ sont plus susceptibles de maintenir leurs activités éventuellement en adaptant leurs itinéraires en cas de vigilance orange. Dans ces circonstances, les cadres et professions intellectuelles, les ouvriers et les étudiants auront plutôt tendance à chercher plus d'informations. En vigilance rouge, ce sont encore les professions intermédiaires, suivies des ouvriers et dans une moindre mesure des employés qui hésitent encore à annuler leurs déplacements.

Lorsqu'ils sont au volant, ce sont encore les professions intermédiaires, les ouvriers et dans une moindre mesure les cadres et professions intellectuelles qui choisissent de poursuivre leurs trajets. Les étudiants envisagent plutôt de rentrer chez eux et les inactifs attendent dans leur voiture que les conditions s'améliorent. Ce sont là encore les agriculteurs et les retraités qui ont la réaction la plus adaptée en se dirigeant vers un point haut.

Sur le lieu de résidence, ce ne sont pas les mêmes catégories qui témoignent des réactions prudentes. Ainsi les agriculteurs et les artisans-commerçants auraient plutôt tendance à surveiller le cours d'eau. Les ouvriers, les chômeurs et les étudiants quitteraient les lieux, alors que les cadres, professions intellectuelles, professions intermédiaires, inactifs et retraités attendraient des informations sur place. En matière d'évacuation les cadres, professions intellectuelles, professions intermédiaires et les chômeurs apparaissent comme les catégories les plus « obéissantes ». Les inactifs semblent les plus réticents à l'évacuation notamment par peur d'abandonner leurs biens tandis que les agriculteurs et les étudiants sont les plus sceptiques vis-à-vis de l'information, les premiers estimant être en sécurité sur leur lieu de résidence et les seconds encore une fois plutôt sensibles à la possibilité de perdre le contact avec leurs proches.

De façon plus surprenante, l'activité professionnelle intervient aussi de manière très significative dans les réactions vis-à-vis des enfants à l'école pendant l'alerte. Toutes les catégories professionnelles disposant de souplesse dans leur emploi du temps préfèrent aller récupérer leurs enfants immédiatement. Les cadres et professions intellectuelles ont globalement tendance à faire confiance à l'établissement qui les prend en charge, néanmoins s'ils ne quittent pas personnellement leur poste, ils sont tout de même tentés de faire récupérer leurs enfants par des proches.

4. Il conviendrait néanmoins de vérifier quelles sont les contraintes quotidiennes qui obligent cette catégorie

6.3.2 Le rôle de l'information

À l'exemple de ce que nous avons constaté par l'analyse des comportements déclarés face à un ordre d'évacuation ou lorsqu'une alerte est déclenchée pendant que les enfants sont à l'école, il semble que le respect des consignes ne soit pas une évidence pour une grande partie de la population résidente. Ainsi, nous pouvons faire l'hypothèse que ce manque de discipline ait un lien avec le niveau d'information et avec la confiance accordée aux acteurs chargés de diffuser des informations en période d'inondation.

En ce qui concerne la population résidente, la variable de confiance vis-à-vis des sources d'information montre des relations significatives avec trois variables ayant trait aux comportements déclarés en temps de crise : les comportements face à la montée des eaux sur la route, et sur le lieu de résidence ainsi que la réaction à l'ordre d'évacuation. Les coefficients d'association représentés par le V de Cramer, compris entre 0,112 et 0,116 indiquent cependant des relations assez faibles. Il ressort néanmoins de cette analyse quelques éléments intéressants. Ainsi, il s'avère que les personnes préférant faire confiance à leur entourage (voisins, famille, gens du pays) sont les plus nombreuses à refuser l'évacuation, à déclarer ne pas savoir ce qu'elles feraient dans ce cas, ou à attendre l'évolution de la situation. Sur leur lieu de résidence, sans recevoir d'ordre, elles choisiraient plutôt de quitter les lieux. Sur la route, elles préféreraient abandonner leur voiture pour se mettre à l'abri à pied ou poursuivre jusque chez elles en voiture.

Les individus privilégiant leur propre appréciation de l'environnement auraient plutôt tendance à chercher une confirmation de l'ordre d'évacuation, à s'approcher du cours d'eau pour en suivre l'évolution et à poursuivre leur trajet prudemment. Il semble ainsi que ces deux catégories de population, méfiantes vis-à-vis des sources d'information officielles, soient plus enclines à résister aux ordres et à privilégier leur propre réseau d'informations ou leur propre perception de la situation.

Enfin, les personnes qui accordent leur confiance plutôt à Météo France auraient plutôt tendance à évacuer immédiatement, à arrêter leur voiture dans l'attente d'une amélioration ou à poursuivre leur trajet prudemment. Les personnes faisant confiance aux responsables locaux ou aux médias, sont celles qui adoptent les attitudes les plus proches des recommandations officielles, choisissant d'attendre des informations lorsqu'elles sont chez elles ou de se diriger vers un point haut lorsqu'elles sont surprises sur la route.

6.3.3 Des représentations peu influentes en matière de comportement

Les variables de représentation du risque sont disponibles par le biais des questionnaires « résidents » et « touristes ». Elles concernent la vitesse de montée des crues, leur intensité évaluée par

le biais de la hauteur de submersion maximale, leur fréquence et la représentation de l'exposition associée à la commune de résidence. Parmi toutes ces variables, nous pouvons observer plusieurs relations significatives bien que de faible intensité.

Au titre des plus notables ($Vc \geq 0, 1$), il faut signaler un lien entre représentation de l'exposition sur le lieu de résidence et la réaction vis-à-vis des enfants, les parents conscients d'habiter en zone inondable préférant faire récupérer leurs enfants à l'école par des proches. Par ailleurs, même si la conscience d'habiter en zone inondable n'influence pas la décision d'évacuer, elle joue sur les raisons invoquées en cas de refus ou de retard dans l'évacuation.

L'estimation de la hauteur maximale de submersion influence en partie les réactions face à la montée des eaux sur la route. Les personnes qui imaginent des hauteurs importantes (≥ 6 m) préfèrent se diriger vers un point haut ou abandonner leur véhicule pour rejoindre un abri à pied. Inversement, ceux qui n'ont aucune idée de l'intensité possible des crues envisagent de rentrer chez eux ou d'attendre une amélioration dans leur véhicule. On décèle là l'importance de la connaissance des phénomènes sur les comportements potentiels.

De même l'estimation des hauteurs d'eau capables d'emporter un homme ou une voiture apparaît significativement liée avec les réactions sur le lieu de résidence. Les personnes qui sous-estiment le danger ont tendance à quitter les lieux ou à surveiller l'évolution du cours d'eau. Par contre, les personnes estimant correctement la hauteur d'eau dangereuse pour un homme auront tendance à aller surveiller le cours d'eau. Les personnes surestimant le danger préfèrent attendre des informations sur leur lieu de résidence.

En complément de ces variables de représentation, nous pouvons signaler la très faible influence des variables traduisant l'expérience des crues ou la familiarité avec un environnement. Ainsi, l'expérience des crues rapides ne semble avoir aucune influence sur les comportements, de même que le secteur de résidence. Pourtant, le temps de résidence joue un petit rôle en matière de réaction à l'annonce d'un niveau de vigilance orange. Ainsi, plus le temps de résidence dans la commune est important (≥ 15 ans), plus nombreuses sont les personnes qui annuleraient leurs déplacements dans ces conditions.

6.4 Profils de comportements vulnérables

Dans le cadre du chapitre 5 nous avons étudié, sur la base de l'événement qui a touché le Gard en septembre 2002, d'une part les configurations spatio-temporelles dangereuses par le biais des circonstances hydro-météorologiques des décès et d'autre part, les comportements, reconstitués grâce aux récits des sinistrés, dans le contexte de cet événement. Ce retour d'expérience est particulièrement utile pour envisager les facteurs conjoncturels et géographiques capables de peser sur

les comportements en temps de crise. Cependant, dans l'objectif d'approfondir encore cet aspect et de comprendre l'influence de ces facteurs sur les pratiques spatiales de crise, nous proposons ici de comparer les comportements déclarés dans le cadre de nos enquêtes par questionnaires avec ceux que nous avons reconstitués pour l'événement de 2002.

Pour cela, nous procéderons en deux étapes. Dans un premier temps nous réaliserons une typologie des attitudes face aux crues sur la base des réponses de l'enquête par questionnaire réalisée auprès des résidents en 2004⁵. Ensuite, nous proposons une comparaison des ces résultats avec les profils de comportements reconstitués à partir des récits de la crise de 2002.

6.4.1 Typologie des comportements déclarés en 2004

Dans le but de comparer les profils de comportements lors de la crue de 2002 et les attitudes exprimées lors de notre enquête, nous avons procédé à une analyse des correspondances multiples (ACM) combinée à une classification ascendante hiérarchique (CAH) à partir des 5 questions de notre enquête « résidents » ayant trait aux comportements :

- les deux premières concernent les décisions de déplacement en fonction des niveaux de vigilance orange ou rouge annoncés,
- la troisième caractérise les réactions au volant d'une voiture,
- les deux dernières portent sur les réactions sur le lieu d'hébergement (avec et sans ordre d'évacuation).

Pour illustrer cette typologie, nous avons cherché à donner un aperçu des profils socio-démographiques concernés. Nous avons retenu, en plus de ces 5 variables actives, 11 variables illustratives (ne servant pas à la construction des classes) sur la base de celles qui se sont avérées les plus souvent significatives lors des tris croisés. Il s'agit des variables :

- socio-démographiques et de cadre de vie : âge, genre, catégorie professionnelle, responsabilité parentale et ancienneté dans la commune ;
- reflétant les représentations individuelles : représentation de la hauteur de submersion maximale, des hauteurs dangereuses pour un piéton et une voiture, confiance dans les sources d'information ;
- représentant les contraintes sociales pouvant constituer des obstacles à l'action : motifs de refus ou de retard à l'évacuation, réaction vis-à-vis des enfants à l'école.

L'analyse des correspondances multiples réalisée sur l'ensemble de notre échantillon, soit 968 individus, montre que l'ensemble de l'information est représentée sur 21 axes factoriels, le premier totalisant 9,83 % de l'information. L'analyse des cinq premiers axes permet de visualiser 40 % de

5. Les touristes ne sont pas pris en considération puisque nous ne disposons d'aucun élément de comparaison, l'enquête en retour d'expérience n'ayant pas ciblé ce type de population

Axe 1 (9,83 %) ⁶	Axe 2 (8,26)	Axe 3 (7,8 %)	Axe 4 (7,35 %)	Axe 5 (6,81 %)
– décision déplacement vigilance orange (40,8 %) ⁷ – décision déplacement vigilance rouge (38,5 %)	– décision déplacement vigilance orange (31,8 %) – décision déplacement vigilance rouge (27,3 %)	– décision déplacement vigilance orange (28,3 %) – décision déplacement vigilance rouge (27,5 %) – comportement a u v o l a n t (23,3 %)	– réaction sur le lieu de résidence (28,9 %) – décision déplacement vigilance rouge (24,6 %) – réaction ordre évacuation (20,6 %)	– réaction ordre évacuation (34,4 %) – comportement au volant (30 %)

TABLEAU 6.3 – Variables contribuant à la définition des 5 premiers axes factoriels. Le pourcentage de contribution des axes et des variables apparaît entre parenthèses.

l'information ce qui est suffisant pour identifier les modalités prépondérantes et leurs relations (table 6.3).

Les deux premiers axes nous indiquent une relation forte entre les deux variables associées aux décisions de déplacement en fonction du niveau de vigilance annoncé par Météo-France. Le troisième axe montre une relation entre les décisions de déplacement et le comportement au volant. Le quatrième met en exergue le lien entre réaction sur le lieu de résidence, réaction à l'ordre d'évacuation et décision de déplacement à l'annonce d'une vigilance rouge et enfin, le dernier axe relie les réactions à l'évacuation et les comportements au volant.

Les comportements des résidents sont d'abord caractérisés par l'opposition, sur le premier axe, entre décision prudente (« *annulation* ») et imprudente (« *maintien* ») des déplacements pour les deux niveaux de vigilance alors que sur le deuxième, ce sont les modalités « *cherche des informations* » qui s'opposent au maintien des activités et déplacements (niveaux orange et rouge). Sur le troisième axe, le maintien des activités et déplacements s'associe à la modalité « *rentre chez soi* » et s'éloigne des modalités « *adapte ses déplacements* » et « *attend une amélioration au volant* ». Les comportements se discriminent ensuite selon les réactions sur le lieu de résidence qui sont, elles aussi, liées aux décisions de déplacements associées au niveau de vigilance rouge. S'opposent ainsi les personnes qui déclarent consulter leurs voisins avant d'agir sur leur lieu de résidence, maintenir leurs activités et déplacements et attendre l'évolution de la situation en cas d'ordre d'évacuation, des individus qui préfèrent surveiller la rivière, adapter leurs déplacements et refusent l'évacuation. Enfin, le dernier axe indique une opposition entre ceux qui cherchent une confirmation de l'ordre d'évacuation et qui préfèrent rentrer chez eux lorsqu'ils sont en déplacement pendant la crise, de ceux qui accepteraient une évacuation immédiate mais poursuivraient leur trajet s'ils étaient surpris par les crues pendant leurs déplacements.

À l'issue de la classification ascendante hiérarchique, nous retenons une partition en 8 classes présentées dans le tableau 6.4. Chaque classe décrit un comportement type (T) désigné d'après les

caractéristiques les plus saillantes de la classe. Comme pour la typologie des mobilités à risque présentée au chapitre 4, nous proposons pour chaque type un nom synthétique (entre guillemets) qui se veut évocateur des caractéristiques les plus pertinentes pour notre analyse. Le tableau présente les classes dans l'ordre décroissant de la proportion d'individus concernés, de même que chaque classe est caractérisée par la liste des modalités dans l'ordre décroissant de leur contribution.

Cette typologie nous inspire dans un premier temps plusieurs remarques d'ordre général. D'une part, nous pouvons constater que seules trois classes combinent des variables concernant les déplacements avec des réactions sur le lieu de résidence. C'est le cas des classes T1, T2, et T4 qui rassemblent tout de même 71 % des individus. Les autres types sont soit uniquement constitués de modalités liées aux décisions en matière de déplacement (pour 4 d'entre elles), soit dans le cas de la classe T6, liées à la décision d'évacuation. Nous pouvons conclure de cette première observation, que les réactions associées au lieu de résidence ne sont pas nécessairement corrélées à un type de réactions spécifiques en matière de déplacement. Un comportement prudent chez soi ne veut pas dire que la prudence sera de mise en matière de déplacement et inversement.

D'autre part, il faut noter que le comportement type le plus répandu (T1) rassemblant 43,5 % des personnes interrogées, et la classe T5 (6 %) est caractérisé par des réactions globalement prudentes et respectueuses des consignes de sécurité officielles. Les types T6, T7 et T8, représentant au total 8 % de l'échantillon, sont à l'opposé principalement caractérisés par des réactions inadaptées en cas de crise hydro-météorologique. Pour ce qui est des classes T2, T3 et T4, cumulant 41,5 % des personnes interrogées, le diagnostic est moins évident. En effet, ces types combinent aussi bien des réactions que l'on peut qualifier de « prudentes » telles que l'évacuation immédiate en cas d'ordre ou l'annulation des déplacements, que des réactions potentiellement dangereuses en cas de crue rapide telles que la poursuite du trajet sur routes inondées, ou la surveillance du cours d'eau. Un gardois sur deux peut donc être qualifié de prudent (49,5 %), près de un sur 10 peut être considéré comme imprudent et peu conscient des risques spécifiques liés aux crues rapides et deux gardois sur cinq ont des attitudes supposées moins tranchées (parfois prudentes, parfois très imprudentes).

Dans le détail des profils de comportements dégagés, il s'avère que la classe (T1) rassemblant les individus prudents et respectueux des consignes, est principalement composée de personnes de plus de 65 ans, retraités et de femmes. Ces personnes ont tendance à annuler leur déplacement quelque soit le niveau de vigilance, à évacuer immédiatement s'ils en reçoivent l'ordre et à attendre une amélioration au volant ou à rouler vers un point haut s'ils se trouvent sur la route en cas de crue. Même si les individus de cette classe ne semblent pas disposer d'une idée très précise des hauteurs d'eau dangereuses à pieds ou en voiture, ils ont plutôt tendance à surestimer le danger dans ce dernier cas. La classe T5 baptisée « à pied c'est plus sûr » peut aussi être qualifiée de prudente puisque ses membres abandonneraient tous leur véhicule pour se mettre à pied à l'abri

<p>T1 : 43,5 % « Les prudents respectueux des consignes »</p>	<p>T2 : 15 % « Les sceptiques prudents »</p>	<p>T3 : 13,5 % « La maison comme refuge »</p>	<p>T4 : 13 % « Les actifs contraints à la mobilité »</p>
<ul style="list-style-type: none"> - vigi. rouge : annule déplacement (96,5 %/84 %)^a - évacuation immédiate (84,5 %/69 %) - attend amélioration au volant (25,6 %/14,5 %) - vigi. orange : annule déplacement (61 %/49 %) - roule vers point haut (47 %/36 %) - quitte résidence (20 %/14,5 %) - > 65 ans (21,5 %/16 %) - Hauteur d'eau dangereuse piéton : NSP (8 %/5,5 %) - retraités (23,5 %/20 %) - femme (63,5 %/59 %) - attend info. sur lieu résidence (63,5 %/59,5 %) - surestimation danger voiture (6,5 %/5 %) 	<ul style="list-style-type: none"> - cherche confirmation ordre évacuation (72,5 %/14,5 %) - surveille le cours d'eau (43 %/12,5 %) - roule vers point haut (65,5 %/36 %) - vigi. rouge : annule déplacement (94,5 %/84 %) - vigi. orange : cherche info. avant déplacement (41,5 %/30,5 %) - homme (49 %/41 %) - 46-65 ans (31 %/24 %) 	<ul style="list-style-type: none"> - rentre chez soi (100 %/16,5 %) - vigi. rouge : annule déplacement (91,5 %/84 %) 	<ul style="list-style-type: none"> - poursuit son trajet (64,5 %/9,5 %) - vigi. rouge : cherche info. avant déplacement (44,5 %/8 %) - 25-45 ans (42 %/27 %) - vigi. orange : maintient déplacement (15 %/7 %) - cadre et prof. intellectuelles (9,5 %/4 %) - évacuation immédiate (79,5 %/69 %) - tps résidence : 10mois-2ans (12 %/6,5 %) - vigi. orange : cherche info. avant déplacement (39,5 %/30,5 %) - professions intermédiaires (8 %/4 %) - avec enfant (30 %/22,5 %)
<p>T5 : 6 % « À pieds c'est plus sûr »</p>	<p>T6 : 3 % « Les rétifs à l'évacuation »</p>	<p>T7 : 3 % « La voiture comme refuge »</p>	<p>T8 : 2 % « Les kamikazes »</p>
<ul style="list-style-type: none"> - abandonne véhicule, part à pieds (100 %/6,5 %) - vigi. rouge : annule déplacement (95 %/84 %) 	<ul style="list-style-type: none"> - refuse d'évacuer (100 %/3,5 %) - hauteur max de submersion : 50cm (30 %/9,5 %) - habite en lieu sûr (46,5 %/26,5 %) - autres inactifs (23,5 %/9 %) 	<ul style="list-style-type: none"> - vigi. rouge : adapte déplacement (100 %/3,5 %) - vigi. orange : adapte déplacement (59,5 %/12,5 %) - vigi. orange : maintient déplacement (25 %/7 %) - évaluation exacte de la hauteur max de submersion (40,5 %/18 %) - attend amélioration au volant (34,5 %/14,5 %) 	<ul style="list-style-type: none"> - vigi. rouge : maintient déplacement (100 %/2 %) - vigi. orange : maintient déplacement (70 %/7 %) - sous-estimation danger piéton (60 %/28 %) - réponse manquante danger voiture (15 %/2,5 %)

a. Exemple d'interprétation : 96,5 % des individus de la classe T1 annulent leur déplacement en période de vigilance rouge contre 84 % dans l'ensemble de la population étudiée (968 enquêtés).

TABLEAU 6.4 – Typologie en 8 classes des comportements déclarés lors de l'enquête résidents, Gard 2004.

et annuleraient leur déplacement en cas de vigilance rouge.

Pour ce qui est des profils de comportements que l'on peut qualifier de vraiment imprudents, ils se répartissent en trois groupes. Le premier (T6) correspond à des réactions déclarées similaires en cas d'ordre d'évacuation. Tous les individus (3 % de l'échantillon) déclarent s'opposer à l'évacuation. Ces personnes ont tendance à grandement sous-estimer la hauteur de submersion maximale en cas de crue et estiment habiter en lieu sûr. On retrouve dans cette classe beaucoup d'inactifs hors chômeur et retraités (étudiants, femmes au foyer...). Les types T7 et T8 rassemblent pour leur part, des individus favorables au maintien des déplacements en temps de crise. Le premier type regroupant 3 % de l'échantillon et intitulé « la voiture comme refuge », est uniquement composé d'individus faisant le choix de maintenir leurs activités en adaptant leurs déplacements même pour un niveau de vigilance rouge. Au niveau de vigilance inférieur, ils choisissent là encore soit de s'adapter, soit de maintenir tels quels les déplacements prévus. Pour autant, ces personnes ont une représentation des hauteurs de submersion maximales conforme à la réalité. Leur obstination à poursuivre les activités quotidiennes ne provient apparemment pas d'une représentation inadaptée du phénomène. Enfin, le dernier groupe (T8), heureusement le moins nombreux (2 %), rassemble plutôt des « kamikazes » de la route, maintenant coûte que coûte leurs déplacements inchangés pendant les périodes de vigilance, rouge ou orange. Ces personnes ont tendance à sous-estimer le danger pour les piétons et se sont souvent abstenues de répondre à la même question concernant les voitures (par ignorance?). Pour ces deux derniers types, aucune donnée socio-démographique ne vient informer ces classes indiquant que ce type de profil est réparti au sein de toutes les classes d'âge, de tous les genres et types de professions.

Enfin, le dernier groupe de profils concerne les comportements mixtes qui semblent tendre vers des réactions prudentes tout en mettant à jour des facteurs contraignants. Dans le cas du type T2, représentant 15 % de l'échantillon, le principal facteur pouvant contraindre l'action est celui de l'incrédulité et la méfiance. Celle-ci se manifeste surtout au niveau des décisions liées au lieu de résidence. Les individus de ce groupe ont tendance à chercher une confirmation de l'ordre d'évacuation, à surveiller le cours d'eau et dans une moindre mesure à chercher de l'information avant d'envisager un déplacement lorsque le niveau de vigilance est à l'orange. Ce caractère sceptique mais prudent apparaît plus prononcé chez les hommes et dans la tranche d'âge 46-65 ans. Dans le cas du type T3 concernant 13,5 % de notre échantillon, il semble que l'unique souci soit de rejoindre son lieu de résidence si la personne se trouve surprise sur la route. Là encore aucune donnée socio-démographique ne vient informer cette classe qui concerne donc potentiellement tout type de population.

Le dernier type (T4) de ce groupe rassemble 13 % des personnes interrogées. Il nous paraît particulièrement intéressant dans le cadre de notre problématique car il concerne les actifs dont les déplacements semblent constituer une priorité. Cette classe est l'une des trois qui affichent

une relation entre profession et attitude en temps de crise (avec les types T1 et T6). Les inactifs et retraités sont, en effet, les catégories professionnelles les plus sous-représentées dans cette classe (cf. détail typologie en annexe). Ce type de comportement est principalement caractérisé par la modalité « *poursuit son trajet* » (en cas d'inondation sur la route), 64 % des individus de cette classe ayant choisi cette modalité contre 9 % sur l'ensemble de l'échantillon. Toujours en ce qui concerne les déplacements, le choix des modalités laisse apparaître une réticence à annuler les déplacements en vigilance rouge, et un maintien systématique de ceux-ci, dans le cas d'une vigilance orange. En contrepartie de ces réactions peu prudentes vis-à-vis de la mobilité, les individus de cette classe ont tendance à privilégier l'évacuation immédiate lorsque l'ordre en est donné. D'un point de vue socio-démographique, ce type concerne principalement la tranche d'âge 25-45 ans, les cadres et professions intellectuelles et les professions intermédiaires. Il s'agit plutôt d'habitants arrivés récemment dans la commune (10 mois - 2 ans) et ayant des enfants en âge scolaire. Aux vues de ces modalités, nous pouvons interpréter ce type de comportement comme celui de personnes actives dont les responsabilités professionnelles et familiales les contraignent à la mobilité. Par contre dans le contexte de leur lieu de résidence, leurs responsabilités parentales les incitent à la prudence et donc à l'évacuation.

Sur la base de ce travail sur les comportements supposés en cas de crise, nous proposons de confronter cette typologie aux profils de comportements reconstitués à partir de l'événement des 8 et 9 septembre 2002.

6.4.2 Des comportements déclarés aux pratiques spatiales lors de la crue de 2002

À partir des récits des sinistrés de la crue de 2002, nous avons mis en exergue deux types de pratiques spatiales en période de crue, les pratiques habituelles plus ou moins adaptées à la situation et les pratiques déclenchées par l'événement lui-même. Sur la base de la distribution de ces pratiques dans le temps de la crise, nous aboutissons à une classification des comportements selon quatre profils types détaillés dans le chapitre 5 (figure 5.9). Ces observations ont servi à construire les modalités de réponse proposées dans le cadre des questions de comportements utilisées lors de l'enquête de 2004. Le mode de construction de cette enquête quantitative doit donc permettre une comparaison avec les profils observés lors de l'enquête qualitative réalisée suite à l'événement de 2002.

Les modalités de réponse qui nous paraissent les plus discriminantes et qui correspondent à des actions facilement identifiables dans les données de 2002 concernent (i) les décisions de déplacement face aux niveaux de vigilance orange et rouge, (ii) les réactions sur le lieu d'hébergement et (iii) la réponse à l'ordre d'évacuation. Les comportements au volant sont plus difficiles à

identifier parmi les récits de la crue de 2002, nous nous efforcerons néanmoins d'en tenir compte. Le tableau 6.5 synthétise pour chaque individu les actions prises en considération pour lui affecter le type qui se rapproche le plus de son comportement lors de l'événement de 2002 (T1 à T8, classes issues de la typologie de l'enquête de 2004).

À l'issue de cet exercice de comparaison, nous pouvons faire plusieurs remarques. D'un point de vue général d'abord, il est à noter que ce travail de mise en correspondance ou de reconnaissance des similitudes entre les réactions lors de la crue de 2002 et les comportements déclarés en 2004 a été plutôt aisé. Les individus pour lesquels il a été le plus difficile de trancher, sont ceux qui n'ont eu aucune réaction spécifique lors de l'événement de 2002 puisqu'ils ne se sont pas réellement sentis concernés. En termes de résultats, la typologie issue de l'enquête de 2004 fait état d'une proportion de personnes prudentes et respectueuses des consignes représentant près de la moitié des personnes interrogées. Dans le cas de la crue de 2002, les classes apparaissant comme les plus importantes sont les types T2 et T4 (concernant chacun neuf individus), c'est-à-dire les personnes que nous avons baptisées « sceptiques prudents » et « actifs contraints à la mobilité » (tableau 6.6). Le groupe d'individus rattachés au type T1 « les prudents » n'arrive qu'en deuxième position (sept individus concernés). Étant donné, le faible nombre de modalités définissant les types T3 et T5, nous n'avons réussi à leur rapprocher aucun des comportements individuels de la crue de 2002. Par contre, nous avons considéré que cinq personnes pouvaient être associées aux types les plus imprudents, c'est-à-dire T6, T7 et T8.

D'un point de vue qualitatif, nous pouvons conclure de cet exercice de comparaison, que la classification créée statistiquement reflète relativement bien les types de comportements reconstitués à partir du retour d'expérience de 2002. Les quelques différences que nous avons pu observer peuvent être liées au mode de recueil de données. Ainsi, nous pouvons arguer que les réponses obtenues par le biais du questionnaire sont largement déconnectées d'une situation réelle et que le facteur perception du danger⁸ est donc absent de ces réactions déclarées. Dans la réalité, l'individu pris dans son quotidien n'a pas nécessairement l'esprit disponible pour traiter des informations extérieures pouvant être de nature à perturber sa routine. D'où une prédominance parmi les comportements de 2002 du maintien des déplacements pendant la vigilance rouge. À titre d'exemple nous pouvons citer le cas d'un homme qui est allé aux escargots à proximité des digues du Gard sans même faire le lien entre le niveau d'eau exceptionnel et un potentiel danger. Cet individu a dû évacuer sa maison au retour de sa chasse aux escargots. Dans le cadre d'un questionnaire traitant explicitement de la question des inondations, le répondant est totalement disponible voire même motivé par la présence de l'enquêteur⁹ pour s'imaginer dans la crise et envisager la meilleure façon de l'appréhender. Il manque donc dans l'analyse des attitudes envisagées face à une crise hydro-météorologique la prise en compte du facteur déclenchant qui va faire

8. Au sens des psychologues, c'est-à-dire la sensation éprouvée au contact des événements extérieurs

9. La volonté de faire plaisir à l'enquêteur induit de plus le biais du « bon élève »

Lieux	N° indiv.	Vigilance orange	Vigilance rouge	Réaction hébergement	Réponse ordre évacuation	Autres types de réactions	Caractéristiques individuelles	Typologie
Remoulins	1	8/09 0h11 - 9/09 1h36	9/09 1h37 - 15h58	Surveille rivière + quitte les lieux		Alerte la mairie	F; 60 ans, retraitée, originaire commune, RDC+1, 1 expérience de cue en 1958	T2
	2		Déplacements à pieds pour aider un proche	Attend information			H; 63 ans, retraité, originaire commune, RDC+1, 1 expérience de cue en 1958	T1
	3		Déplacement pour sauver ses voitures	Surveille rivière			H; 80 ans, retraité, résident de longue date, RDC+1, 1 expérience en 1992	T2
	4	Maintien déplacement loisir		Attend information		Évacue par ordre de son mari gendarmerie	F; 34 ans, mère au foyer, 2 enfants, résidente depuis 7 ans, RDC	T1
	5		Maintien déplacement travail	Consulte les voisins	Évacuation immédiate		F; 34 ans, professeur, nouvelle résidente (< 7 mois), 1er étage, pas d'expérience de cue	T4
	6		adapte itinéraire déplacement travail			Porte secours à pieds	F; 41 ans, employée, 1 enfant, résidente de longue date, RDC+1	T7
	7		Maintien déplacement travail (à pied)	Attend information			F; 27 ans, employée, résidente depuis 5 ans, pas d'expérience de cue	T4
	8			Surveille rivière + quitte les lieux			F; 63 ans, retraités, résidente de longue date, RDC+1, pas d'expérience de cue	T1
	9		Annule déplacement	Attend information			F; 42 ans, employée, 1 enfant, RDC+2, originaire région, pas d'expérience de cue	T2
	20		Maintien déplacement école enfants (à pied)	Attend information			F; 46 ans, employée, résidente de longue date, RDC+2	T4
28		Maintien déplacement école enfants (à pied)	Quitte les lieux			F; 39 ans, mère au foyer, 6 enfants, résidente depuis 7 ans, RDC, pas d'expérience de cue	T1	
29	Maintien déplacement loisir	Maintien déplacement travail			Cherche à récupérer ses annuaux	F; 19 ans, employée, originaire région, RDC+2, pas d'expérience de cue	T4	
30		Maintien déplacement travail	Attend information	Retard dans l'évacuation	Cherche à récupérer ses annuaux	F; 46 ans, employée, 1 enfant, résidente de longue date, RDC, pas d'expérience de cue	T4	
10		Annule déplacement (appel du patron)	Attend information		Hélicoptère depuis le toit de sa maison	F; 40 ans, employés, 1 enfant, résidente de longue date, RDC+1	T1	
19			Attend information		Déplacement à pieds pour aider. Pas confiance en Météo-France	H; 60 ans, employé, nouveau résident (3 ans), RDC+1, expérience de cue en 1988 à Nîmes	T2	
21		Annule déplacement	Surveille rivière		Déplacement à pieds pour aider un proche	F; 45 ans, employée, 1 enfant, originaire région, RDC+1, pas d'expérience de cue	T2	
22	Maintien déplacement travail	Maintien déplacement travail			Plusieurs allers-retours travail-domicile	F; 43 ans, employée, 3 enfants, résidente de longue date, RDC, pas d'expérience de cue	T4	
23	Maintien déplacement travail	Déplacement chez le docteur, adapte itinéraire	Quitte les lieux		Déplacement chez docteur pendant la vigilance rouge	H; 41 ans, employé, 1 enfant, originaire région, RDC, pas d'expérience de cue	T4	
27	Maintien déplacement loisir (avec parents)	Maintien déplacement école			hélicoptère depuis le toit de la voiture, retourne ensuite chez lui à la nage (2 m d'eau)	H; 17 ans, étudiant, résident de longue date, pas d'expérience de cue	T8	
12			Consulte les voisins	Cherche confirmation	Aide autorités municipales	H; 61 ans, retraité, nouveau résident (< 10 mois), RDC+2, pas d'expérience de cue, secrétaire association sinistrés	T2	
13			Surveille rivière	Refus d'évacuation		H; 62 ans, retraité, originaire région, RDC+2, expérience de cue en 1951, président association de sinistrés	T6	
14		Annule déplacement	Attend informations	Évacue immédiatement		F; 55 ans, profession intermédiaire, 1 enfant, résidente de longue date, RDC+1, pas d'expérience de cue	T1	
15		Déplacement travail et adapte itinéraire		Refus d'évacuation		H; 44 ans, actif, 2 enfants, résident de longue date, RDC+2	T6 + T8	
16		Maintien déplacements travail + loisir	Surveille rivière	Évacuation immédiate	gestion de la crise	H; 61 ans, enseignant, résident de longue date, RDC+1, pas d'expérience de cue	T4	
17		adapte itinéraire déplacement travail + resp. communale				H; 52 ans, employé adjoint au maire, 1 enfant, résident de longue date	T2	
18				Évacuation immédiate (avec aide)		F; 76 ans, retraités, résidente de longue date, RDC+1	T1	
24		Maintien déplacement école (à pied)	Attend informations	Cherche confirmation	Pas fait le lien entre vigilance rouge et cue	F; 32 ans, mère au foyer, 1 enfant, résidente de longue date, RDC, pas d'expérience de cue	T2	
25			Surveille rivière + quitte les lieux			H; 82 ans, retraité, originaire de la commune, historien du village, RDC+1, pas d'expérience de cue	T2	
26		adapte itinéraire déplacement travail + école		Refus d'évacuation	Récupère ses enfants et leurs copains à l'école	H; 46 ans, artisan, 2 enfants, RDC+2, originaire région	T4	

TABLEAU 6.5 – Comparaison entre la typologie des comportements déclarés en 2004 et les comportements observés en 2002

Comportements types	Remoulins	St Hilaire	Comps	Total
T1	4	1	2	7
T2	3	2	4	9
T4	5	2	2	9
T6	0	0	2	2
T7	1	0	0	1
T8	0	1	1	2
Total	13	6	11	30

Non représentés : T3 et T5

TABLEAU 6.6 – Synthèse de la comparaison entre la typologie de 2004 et comportements observés en 2002

que l'individu va ouvrir les yeux sur la potentielle dangerosité de sa situation. C'est en cela que notre analyse préalable des représentations et de la perception du risque personnel (cf. chapitre 4) constitue un élément essentiel pour évaluer *a priori* la vulnérabilité des individus aux crues rapides.

Finalement, sur le plan contextuel, le facteur temps et en particulier la proximité de la crue de 2002 lors de notre enquête réalisée en 2004 peut être à l'origine de réponses plus prudentes. En effet, lors de la crue de 2002, les résidents du Gard se sont trouvés confrontés à des crues dont l'ampleur exceptionnelle n'était comparable qu'à un événement datant de 1958. Nous pouvons donc supposer que cet épisode a surpris les habitants alors que leur conscience du risque était en phase de dormance et qu'en conséquence leurs réactions manquaient de préparation. Par contre en 2004, notre enquête est intervenue à l'automne, 2 ans après cet événement dramatique qui a fortement marqué les esprits. On peut donc penser que celui-ci a été à l'origine d'un réveil de la conscience du risque au sein de la population. Il serait ainsi intéressant de poursuivre l'observation dans le temps pour mesurer l'évolution de cette conscience en fonction des événements et des politiques préventives mises en oeuvre.

Conclusion

Ce chapitre destiné à évaluer la capacité des populations résidentes et touristiques à répondre aux crises hydro-météorologiques dans le Gard a permis de révéler plusieurs éléments intéressants en matière de vulnérabilité. Dans un premier temps, nous avons montré que ces deux types de populations affichent des attitudes différentes face à la crise. Les visiteurs, conscients de ne pas bien maîtriser le contexte environnemental, seraient globalement plus prompts à suivre les consignes de sécurité et à adopter des comportements prudents. Cependant deux contraintes peuvent limiter leurs réactions : leur accessibilité à l'alerte météorologique d'une part ; et leur

compréhension des messages diffusés (notamment pour les étrangers non francophones) d'autre part. À ce titre, cette population doit faire l'objet d'une attention particulière en temps de crise de la part des pouvoirs publics.

En ce qui concerne les résidents, le problème est différent. Les attitudes face à la crise sont variables en fonction des circonstances. Sur le lieu d'hébergement, les réactions envisagées sont plutôt prudentes, même si la recherche de confirmation de l'information apparaît constituée une contrainte non négligeable à la mise en œuvre d'action de protection. En matière de déplacement, l'analyse de l'enquête par questionnaires révèle une bonne adéquation entre consignes de prudence diffusées par Météo France pour les niveaux de vigilance orange et rouge et attitudes déclarées en matière de décision de déplacement. Cependant lorsqu'il s'agit des réactions au volant, la prudence n'est plus de mise. S'agit-il d'un problème d'information sur ce qu'il faut faire dans ces conditions, de contraintes de la vie familiale ou professionnelle (nécessité d'aller travailler ou de rejoindre sa famille au domicile) ou d'un problème de représentation du risque sur la route ?

Dans tous les cas, l'information sur les lieux de refuge et autres moyens de protection locaux, ne semble pas être passée. En terme de contrainte sociale, les résidents, parents d'enfants en âge scolaire, apparaissent comme particulièrement préoccupés par le sort de leurs enfants à l'école pendant une crise. Nos résultats mettent en évidence qu'il s'agit d'un motif majeur de comportements imprudents en temps de crise. Toutes ces attitudes s'avèrent principalement influencées par les caractéristiques socio-démographiques des sondés et notamment par leur activité professionnelle qui semble constituer une des contraintes majeure à l'action en temps de crise. Par contre, les représentations associées au phénomène de crue rapide paraissent jouer un rôle faible dans ce domaine.

Enfin, les résultats de l'enquête par questionnaires de 2004 confrontés aux pratiques spatiales reconstituées par le biais des récits de la crise de 2002 soulignent l'influence de la perception du danger qui dépend des circonstances conjoncturelles dans lesquelles intervient l'événement. Ainsi, si nos questions de mise en situation permettent de mesurer la capacité des populations à réagir correctement une fois passées en « *mode crise* », elles ne sont en aucun cas suffisantes pour évaluer la disponibilité d'esprit nécessaire aux individus pour se mettre en alerte par eux-mêmes. Cette dernière remarque montre tout l'intérêt d'intégrer au diagnostic de vulnérabilité une évaluation du risque personnel, même si celle-ci sera forcément incomplète vu le caractère très conjoncturel de la fonction de perception du danger. En effet, même s'il existe *a priori* une sensibilité individuelle au danger que nous avons cherché à mesurer dans la partie II de ce mémoire, la mise en alerte nécessite que l'esprit soit disponible le jour de l'événement pour traiter cette information et donner le signal d'alarme du danger.

—

Chapitre 7

La nécessaire prise en compte des mobilités quotidiennes dans la gestion du risque de crue rapide

LES derniers événements catastrophiques de novembre 1999 dans l'Aude, septembre 2002 et décembre 2003 dans le Gard ont fait figure de véritables électrochocs conduisant à une prise de conscience de la vulnérabilité croissante des départements du pourtour méditerranéen. Ils ont notamment mis en évidence les carences de la prévention en terme d'alerte des populations, d'entretien des ouvrages de protection, et de mise en oeuvre des procédures réglementaires d'occupation des sols dont l'augmentation de l'urbanisation en zone inondable est le témoin. Cette prise de conscience, dans le département du Gard, a conduit les acteurs locaux, aidés des instances nationales et d'experts scientifiques, à développer leur connaissance du problème, en particulier par la mise en oeuvre de retour d'expérience suite aux différents événements, afin de mettre en place diverses stratégies de mitigation. À l'heure actuelle, la politique développée positionne le Gard comme l'un des départements pilotes dans le domaine.

Dans le cadre de notre partenariat avec la fondation MAIF, l'un de nos objectifs est de proposer des pistes d'actions opérationnelles, réalisables et efficaces en matière de prévention et de gestion de crise. Nous estimons que dans ce but, il est préalablement nécessaire de bien comprendre les problématiques locales d'alerte aux crues et de gestion de crise. Ainsi, nous nous intéressons dans ce chapitre aux modes de gestion des déplacements en période de crue afin de voir de quelle manière ceux-ci pourraient être optimisés ou facilités pour une meilleure prise en compte des caractéristiques et de la vulnérabilité des populations locales. Dans ce but, nous avons utilisé différentes techniques de collecte de données, telles que l'observation en situation de crise, des entretiens semi-directifs auprès des acteurs et la participation à une réunion de « retour

d'expérience » de la crue de septembre 2005 organisée à l'initiative d'un collège du département. Ces méthodes de recueil de données ont déjà été explicitées dans le cadre du chapitre 2.2 nous n'y reviendrons donc pas ici. Par contre, nous proposons en première partie de ce chapitre, de poser un regard critique sur les mesures mises en place dans le Gard pour la gestion des mobilités et en particulier des transports scolaires en temps de crise. La seconde partie de notre propos revêt un aspect plus conclusif. Ainsi nous proposons de revenir sur les principaux enseignements de notre travail de recherche en termes d'indicateurs de vulnérabilité des populations aux crues rapides afin d'envisager ensuite les perspectives d'actions préventives qui peuvent être déclinées au regard de ces résultats.

7.1 Vulnérabilité spatio-temporelle du système d'alerte

Nous proposons de réaliser dans cette première section un état des lieux du fonctionnement actuel de la mise en alerte et de la gestion de crise en nous intéressant plus spécifiquement aux outils qui sont mis en place dans ce cadre pour gérer le problème des mobilités en temps de crise. À la lumière du dernier événement qui a touché le Gard en septembre 2005 et des résultats de nos enquêtes par questionnaires, nous proposerons ensuite une analyse critique et constructive de ce fonctionnement.

7.1.1 De la vigilance météorologique et hydrologique à la gestion de crise

L'alerte aux crues rapides ne fait pas l'objet d'une organisation particulière, elle relève du même système que les inondations de plaine plus lentes. Dans le Gard, le système d'alerte a été modernisé récemment. Il est actuellement régi par deux documents réglementaires approuvés par le préfet du Gard en 2006 pour le « Règlement de surveillance de prévision et de transmission de l'information sur les crues (RIC) » et en 2004 pour le « Plan départemental de vigilance météorologique – chaînes opérationnelles¹ ». La vigilance météorologique et l'alerte hydrologique font l'objet de deux chaînes d'alerte différentes mais interconnectées. Leur mode de fonctionnement varie en fonction de la gravité des événements prévus (figure 7.1).

1. **En temps normal**, Météo France adresse ses cartes de vigilance météorologique deux fois par jour à 6 h puis 16 h à la Préfecture, ainsi qu'au Centre Opérationnel Départemental d'Incendie et de Secours (CODIS) et à la Direction Départementale de l'Équipement

1. Ces règlements récents viennent en remplacement du « Règlement d'annonce des crues du département du Gard » et du précédent plan de vigilance météorologique tous deux approuvés par le préfet en 2001

(DDE) notamment au Service de Gestion de la Route (SGR). Ces cartes sont par ailleurs diffusées directement au grand public par le biais de la télévision et du site internet de Météo France² et accompagnées de consignes de prudence spécifiques au type de phénomène météorologique prévu.

2. Dès que le niveau de **vigilance météorologique orange** (3/4) est atteint, le Centre Météorologique Inter-Régional (CMIR) accompagne ses cartes de bulletins de suivi réactualisés au maximum toutes les 3 heures. Le Service Interministériel de Défense et de Protection Civile (SIDPC) de la Préfecture se met en vigilance et informe les membres du Centre Opérationnel de Défense (COD) de l'évolution de la situation en vue d'une éventuelle activation de la cellule de crise en préfecture. Parallèlement, si certains seuils de précipitation sont dépassés, le CMIR transmet par courrier électronique un Avertissement Vigilance³ (AV) et des Bulletins de Précipitation (BP) (annexe 4) accompagnés de messages téléphoniques aux agents d'astreinte du Service de Prévision des Crues (SPC Grand Delta), anciennement Service d'Annonce de Crue (SAC) qui siège dans les locaux de la DDE du Gard.
3. La **vigilance crues** est fondée sur le même principe que la vigilance météorologique. Son objectif est d'informer le public et les acteurs de la gestion de crise en cas de risque de crues survenant sur les cours d'eau principaux dont l'Etat prend en charge la mission réglementaire de surveillance, de prévision et de transmission de l'information sur les crues. Le SPC est chargé de cette mission. Sur la base de mesures pluviométriques et de la prévision de dépassement des cotes d'alerte des cours d'eau⁴, ce service propose au préfet de déclencher des pré-alertes ou alertes sur les cours d'eau qu'il surveille (Cèze, Gardons, Vistre et Vidourle pour le Gard). Par ailleurs, les cartes de « vigilance crues », accompagnées de bulletins d'information par tronçon de cours d'eau, produites par les SPC sont mises à la disposition du public sur le serveur⁵ du Service Central d'Hydrométéorologie et d'Appui à la Prévision des Inondations (SCHAPI) deux fois par jour, le matin avant 10 heures et l'après-midi avant 16 heures. Si la situation s'aggrave, l'information pourra être réactualisée au maximum à la fréquence horaire. Les échéances d'anticipation habituelles de la vigilance par tronçon sont fixées à 24 heures.
4. La **pré-alerte et l'alerte aux crues** des services et des maires est finalement décidée par le Préfet et relayée par message pré-formaté par la Gendarmerie nationale, le SDIS et la Police nationale. L'évolution des crues fait l'objet d'un message défini par le SPC et communiqué

2. <http://www.meteo.fr/meteonet/vigilance/>

3. Uniquement pour le passage de la vigilance météorologique en orange ou rouge pour les risques « fortes précipitations » ou « orages »

4. Le SPC Grand Delta collecte les données de 113 stations pluviométriques et limnimétriques par radio numérique au pas de temps 5 mn

5. Site internet dédié au public : www.vigicrues.ecologie.gouv.fr ;

Site internet dédié aux autorités de police, maires et acteurs de la sécurité civile et de l'organisation des secours : www.vigicrues.ader.ecologie.gouv.fr

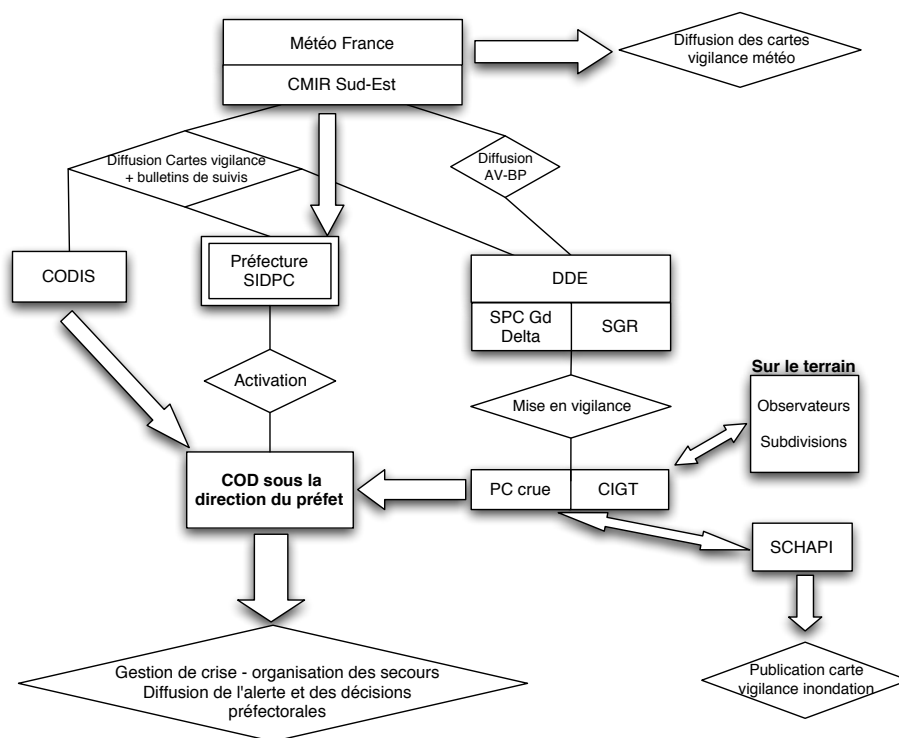


FIGURE 7.1 – Schéma d’organisation de la vigilance météorologique et hydrologique dans le département du Gard.

par le biais des serveurs vocaux de la Préfecture.

Les changements principaux intervenus dans cette procédure par rapport à celle de 2001, résident dans la transformation du SAC du Gard en SPC Grand Delta dont le territoire d’action s’est étendu à sept départements appartenant aux régions Languedoc-Roussillon, Provence-Alpes-Côte-d’Azur, et Rhône-Alpes. Sa mission initiale d’annonce des crues s’est élargie à celle de prévision et d’édition de bulletins de vigilance pour certains tronçons du réseau hydrographique principal. Par ailleurs, la création du SCHAPI a notamment vocation à améliorer l’intégration des données d’ordre météorologique et hydrologique et à faciliter la diffusion de l’alerte auprès du grand public.

Lorsque l’ampleur des événements hydrométéorologiques dépasse l’échelle communale, le chef du SIDPC décide de l’activation du COD à la Préfecture de Nîmes. Ainsi, il réunit autour du Préfet des représentants de plusieurs services de l’État, des associations de Secourisme et des Collectivités locales dans la salle du Centre Opérationnel de Défense spécifiquement équipée pour répondre aux besoins de la gestion de crise (figure 7.2). La cellule de crise ainsi constituée est chargée d’accompagner le Préfet dans sa mission. Ainsi sous la direction du Directeur de Cabinet qui devient Directeur des Opérations de Secours (DOS), son rôle consiste à :

- centraliser la remontée d’information de tous les services impliqués sur le terrain, en tirer

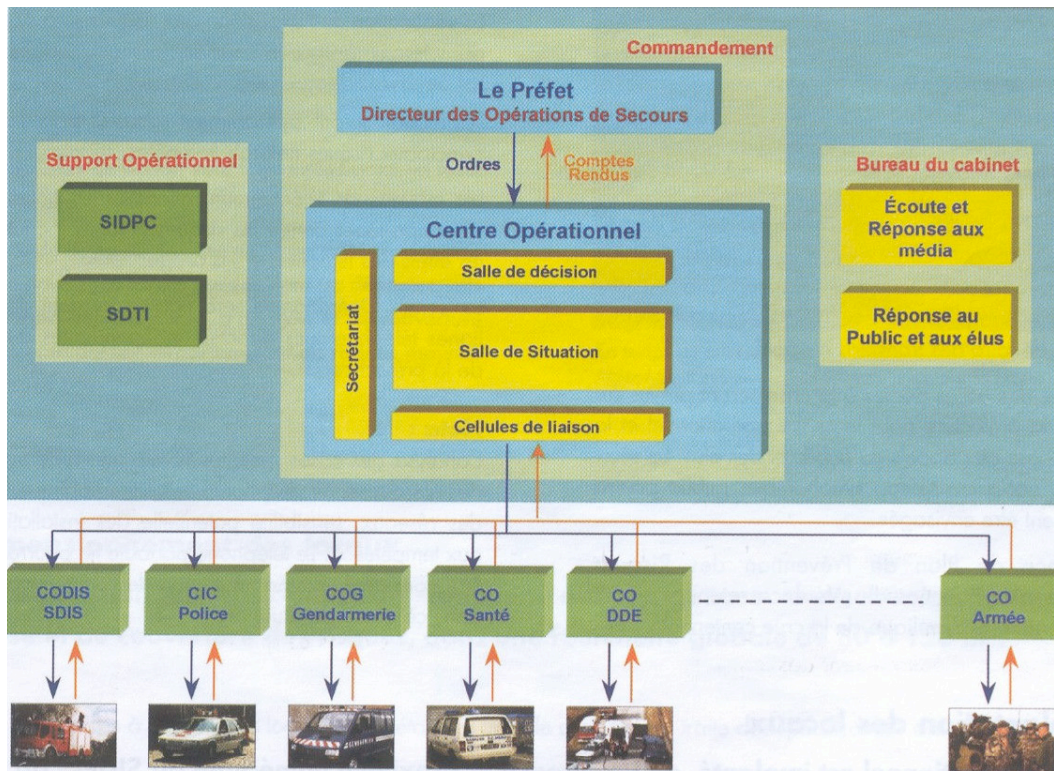


FIGURE 7.2 – Schéma d'organisation de la gestion de crise au sein du Centre Opérationnel de Défense (COD) en Préfecture. Source : Préfecture du Gard, 2006

- une vue générale de la crise afin de la restituer au Préfet pour faciliter sa prise de décision,
- anticiper l'évolution de l'aléa en prenant les mesures opérationnelles qui s'imposent,
 - orienter et prioriser l'action des services en fonction de l'analyse des situations,
 - jouer le rôle d'interface avec les autorités zonales et nationales,
 - gérer les moyens de secours,
 - gérer la communication de crise (ce qui représente 50 % des activités de la gestion de crise),
 - assurer le retour à la normale.

Pendant toute la durée d'activité du COD, des représentants des services de la DDE, du CODIS, de la Police, du groupement départemental de Gendarmerie (COG), des institutions sanitaires et sociales (DDASS, Croix Rouge, SAMU...) du Conseil Général, de l'Armée et de l'Inspection d'académie se relaient pour effectuer leur astreinte 24 h/24 au sein de la cellule de crise (figure 7.3).

Dans le cadre de cette organisation générale des outils spécifiquement destinés à gérer les problèmes de mobilité en temps de crise ont été développés.



FIGURE 7.3 – Cliché de la cellule de crise de la préfecture du Gard réunie au COD pendant l'événement des 8 et 9 septembre 2002. Source : Préfecture, Gard

7.1.2 Des outils pour gérer la mobilité en temps de crise

En ce qui concerne le réseau routier, la gestion des autorités départementales en cas de crue rapide vise trois objectifs principaux : (i) éviter que la population ne se mette en danger en prenant la route, (ii) prévenir la congestion qui pourrait être à l'origine d'événements en cascade, (iii) organiser la mise en sécurité des usagers confrontés aux ruptures du réseau. Pour répondre à ces objectifs et en réaction aux inondations de septembre 2002 et décembre 2003 qui ont révélé des problèmes en matière de sécurité des usagers de la route, les différents acteurs de la gestion de crise et des transports scolaires ont élaboré diverses stratégies visant à sécuriser les déplacements en période de crise. Ainsi, dans l'objectif de faciliter la prise de décision en situation d'urgence, deux mesures importantes ont été adoptées à l'échelle départementale. La première concerne l'élaboration par la DDE du Gard d'un « plan route » visant à régler les problèmes liés à la submersion du réseau routier lors d'événements pluvieux intenses. La seconde réunit l'ensemble des acteurs impliqués dans l'organisation des transports scolaires associés aux principaux acteurs de la cellule de crise dans le cadre du Plan d'Organisation des Transports et des Établissements Scolaires (P.O.T.E.S). Ces deux outils d'aide à la décision, élaborés en concertation avec les différents acteurs se basent sur différents scénarios associés à l'occurrence de conditions météorologiques extrêmes.

a. Le plan route

Le plan route s'articule autour des volets « infrastructures » et « transports ». Le premier se propose de dresser un bilan de l'état du réseau routier et des principaux enjeux pour l'exploitation

routière avant d'envisager un programme de mise hors d'eau du réseau ; le second prévoit une organisation départementale de crise avec la mise en place d'une cellule d'astreinte et d'un plan de gestion du trafic.

Initialement, au début de l'année 2002, la DDE du Gard a souhaité structurer ses interventions lors de crises hydrauliques afin de consigner, en vue des nombreux départs à la retraite de ces prochaines années, l'expérience de ses agents en charge des opérations de viabilité. Cette volonté s'est soldée par la mise en place, par le Service d'Aménagement des Cévennes de la DDE du Gard, du Plan d'Intervention des Crises Hydrauliques (P.I.C.H.). Celui-ci a permis de répertorier les points sensibles du réseau routier puis, dans le but d'aboutir à une gestion prévisionnelle des coupures, de les caler sur différents niveaux de vigilance (jaune, orange, rouge) de Météo France. Enfin, sur la base de l'expérience des crues de septembre 2002 et décembre 2003, la DDE du Gard s'est engagée dans une démarche d'optimisation des synergies entre différents partenaires de la gestion de crise (SPC, Centre d'Information et de Gestion du Trafic (CIGT), subdivisions, COD en préfecture) afin de rationaliser et d'harmoniser leurs pratiques de gestion de l'événement. Cette réflexion a abouti à la mise en oeuvre de trois mesures principales :

l'astreinte des services chargés de la sécurité des usagers et des intervenants, généralisée depuis juillet 2003, à l'ensemble du réseau routier national et départemental gardois. Ainsi, dans l'objectif d'optimiser la réaction de ces services en temps de crise, la DDE a élaboré une « fiche réflexe alerte météo » qui associe la vigilance orange de Météo France à la mise en pré-alerte des services sous forme de veille qualifiée du CIGT et des unités territoriales, et de pré-positionnement des moyens. La vigilance rouge déclenche la mise en alerte par (i) activation du CIGT, (ii) astreinte des unités territoriales et du parc départemental et (iii) diffusion des consignes de sécurité adaptées. L'information des usagers de la route est assurée par une cellule de crise interne à la DDE dont le rôle est d'assurer le recueil des informations sur les coupures émanant des unités de terrains dans les subdivisions et d'en faire la synthèse sur l'ensemble du réseau départemental. La diffusion de l'information ainsi recueillie est mise à disposition du public, soit par le biais d'une cellule d'accueil téléphonique dimensionnée suivant l'importance des événements, soit par la production automatisée d'une cartographie des axes coupés mise en ligne sur le site internet de la DDE et réactualisée quatre fois par jour.

l'élaboration d'un plan de gestion du trafic pour parer à la submersion de certains tronçons de l'axe majeur que constitue la route nationale 106 (RN106), qui relie Nîmes à Alès. Celui-ci définit deux scénarios s'adaptant à la gravité des événements. Le premier (S1), pare à l'éventualité de coupures de fréquence courante (tous les 2 ou 3 ans) correspondant aux crues d'affluents du Gard. Elle prévoit une coupure de la RN 106 entre La Calmette et Brignon et une déviation du trafic sur le réseau secondaire non affecté (RD 999, RN 110 et RD 982). Le second scénario (S2 et

S2bis), considère les crues simultanées du Gard et de ses affluents, c'est-à-dire que les itinéraires de déviation prévus par le scénario 1 ne sont plus praticables. La RN 106 n'est alors utilisable que d'Alès à Vézenobres, les usagers sont invités à patienter sur des aires de stockage ou dans des centres d'hébergements pré-définis. Finalement, si la situation se dégrade encore par une nouvelle coupure de la RN 106 à Saint-Hilaire de Brethmas, le scénario S2bis prévoit un blocage total de la route depuis Alès et Nîmes. D'un point de vue décisionnel, la DDE gère directement la mise en place du scénario 1, tandis que le passage aux scénarios 2 et 2bis est décidé par le SIDPC.

la mise en oeuvre d'un outil d'information météo « PACK-ROUTE » consultable sur le site intranet de la DDE depuis novembre 2004. Celui-ci fournit des prévisions spécifiquement adaptées sur neuf zones « climatologiquement » homogènes du département. En cas de prévision du dépassement d'un seuil préétabli pour certains paramètres météorologiques (tels que le vent, la pluie, les phénomènes orageux, la neige, les températures ou la visibilité), il assure la diffusion, à l'échelle départementale, d'un message d'avertissement 24h/24 et 365 jours/an. En ce qui concerne le risque hydrologique, le seuil est fixé à « 40 mm de cumul de pluie en 24 h à l'échelle d'un bassin ou sur une portion significative du département ». Finalement, pour faciliter la gestion de crise, les animations radar actualisées sont mises à disposition toutes les demi-heures en cas d'événement.

Ces mesures qui touchent principalement au mode d'organisation interne à la DDE assurent une réaction rapide des services concernés et visent ainsi à s'adapter à la dynamique des crues dans le département pour gérer au mieux les flux d'usagers. Du point de vue de la Préfecture, en période de crise, l'autre enjeu majeur à prendre en compte dans la gestion des déplacements concerne les scolaires. En effet, cette question particulièrement sensible dans l'opinion publique apparaît assez délicate à gérer car elle fait intervenir un grand nombre d'acteurs aux problématiques bien différentes et aux territoires de compétences variés. Le P.O.T.E.S. s'est avéré une étape obligatoire pour formaliser les responsabilités des différents partenaires et optimiser leur rôle dans l'organisation complexe qui les associe. Il nous apparaît nécessaire de bien comprendre cette organisation qui a des conséquences importantes en terme de mobilité en période de crise.

b. Le Plan d'Organisation des Transports et des Établissements Scolaires (P.O.T.E.S.)

La gestion des mobilités en période de crise est un problème très complexe du fait de la multiplicité des acteurs, des responsabilités et des échelles d'action qu'elles soient spatiales ou temporelles. En effet, si l'on s'intéresse aux acteurs/utilisateurs du réseau routier, on peut distinguer trois catégories : les usagers ordinaires, les usagers portant une responsabilité en cas de crise et les acteurs de la crise. Chacune de ces catégories gère les coupures du réseau routier à l'échelle de ses propres activités et responsabilités : les acteurs de la cellule de crise préfectorale à

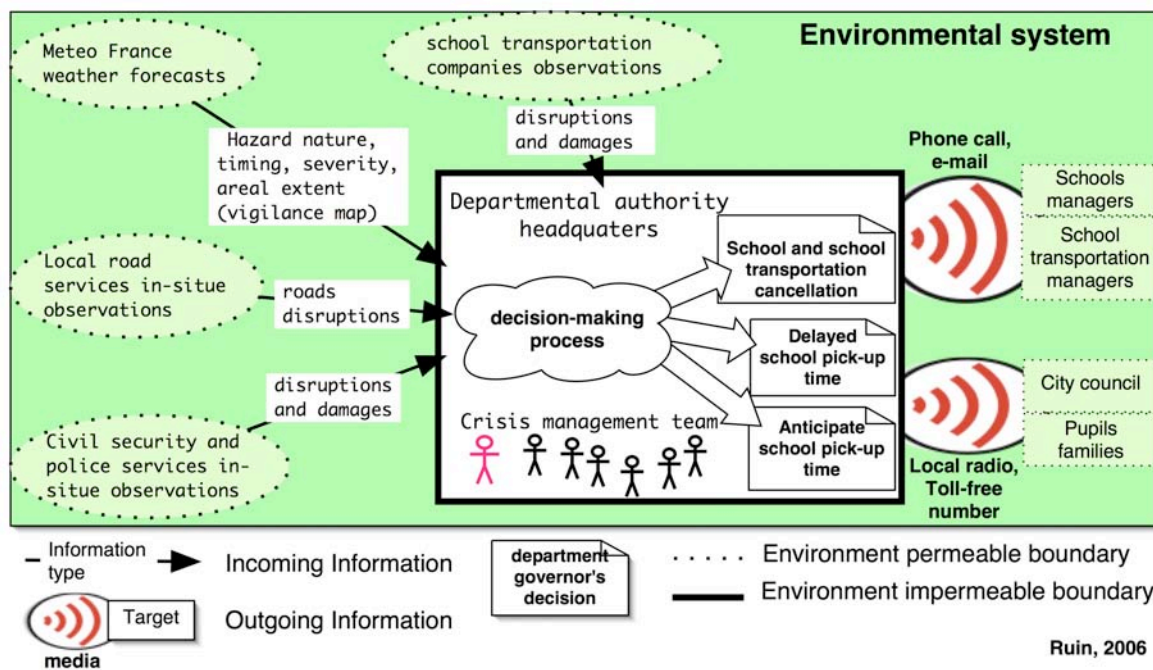


FIGURE 7.4 – Mode d’organisation de la gestion de la question scolaire en situation de crise : Le plan Plan d’Organisation des Transports et des Établissements Scolaires (P.O.T.E.S.) du Gard. Source : (Call et Ruin, 2006)

l’échelle du département, les coordinateurs des transports à l’échelle de leur zone de compétence, les conducteurs de bus au niveau de leur circuit de ramassage, alors que les usagers ordinaires raisonnent en fonction de leur itinéraire qui peut concerner une seule commune comme plusieurs départements. Cette diversité d’échelles spatiales se décline aussi d’un point de vue temporel. Par exemple, à condition de circulation égale, un itinéraire infra communal sera forcément moins consommateur en temps qu’un circuit traversant tout le département. Cette complexité oblige à la mise en place d’une organisation de crise très structurée et rodée.

Dans le Gard, elle a conduit à l’adoption, par arrêté préfectoral en juin 2005, du Plan d’Organisation des Transports et des Établissements Scolaires (P.O.T.E.S.) lors d’événements climatiques. Il est le résultat d’une concertation entre la Préfecture, le Conseil général, les Communautés d’agglomération de Nîmes et Alès, l’Inspection académique, le service de l’Équipement, les Forces de l’ordre et les représentants des élus et des transporteurs. Cette procédure propose, en quelque sorte, une automatiser des décisions en fonction de scénarios de crise. Les décisions prises par le Préfet dans le cadre de l’application du P.O.T.E.S. interviennent dans le cadre du COD en préfecture. Le groupe chargé des affaires scolaires au sein du COD, rassemble toutes les informations nécessaires venant du terrain (transporteurs, chefs d’établissements scolaires, CIGT...) pour aider le Préfet à prendre une décision (figure 7.4).

La décision finale est ensuite largement diffusée grâce à divers médias. D’une part, les services

«exécutants» (responsables des transporteurs, notamment) directement concernés sont joints par téléphone, fax et/ou e-mail ou canal radio spécifique si les autres moyens sont coupés. D'autre part, une information plus générale est transmise à la population par le biais de communiqués de presse diffusés par les radios locales préalablement sélectionnées et un répondeur est spécialement mis à disposition par la Préfecture. En ce qui concerne les affaires scolaires, par expérience, les décisions tendent à être prises dès le début de la crise, notamment car elles concernent un grand nombre d'acteurs, l'expérience a montré que leur applicabilité dépendait en grande partie d'une bonne anticipation. Au fur et à mesure des expériences de crise, un consensus s'est établi afin que l'éventail des décisions possibles soit réduit au minimum. Ainsi, dans le cadre du P.O.T.E.S., seuls quatre types de décisions sont envisageables en fonction de l'heure à laquelle la question est discutée et de l'heure prévisible de l'événement météorologique (figures 7.4 et 7.5) :

- la **fermeture des établissements scolaires**. Celle-ci ne peut intervenir que la veille de l'événement prévu, et avant 20 h afin que la majorité des élèves et parents puissent en être informés ;
- l'**annulation des transports scolaires**. Elle doit être décidée avant 6 h du matin le jour de l'événement prévu afin de disposer de suffisamment de temps pour être transmise aux chauffeurs des bus scolaires avant leur service ;
- le **retour anticipé** des élèves. Celui-ci doit être envisagé de façon exceptionnelle car il pose des problèmes organisationnels et de sécurité des déposes d'enfants. Le retour anticipé doit donc être décidé assez tôt dans la matinée pour une mise en oeuvre effective sur le terrain avant 12 h 30 ;
- le **retour différé** des élèves, c'est-à-dire le maintien des élèves dans l'établissement jusqu'à décision contraire, n'intervient qu'après 12 h si les conditions de circulation ne sont pas assez sûres pour permettre d'assurer le transport des élèves lors de l'horaire normal de sortie. Celui-ci s'accompagne de la mise en oeuvre par le Directeur d'école ou le Chef d'établissement de son Plan Particulier de Mise en Sécurité (P.P.M.S.) traitant de la conduite à adopter en cas de risque majeur pour assurer la sécurité des enfants (hébergement et restauration des élèves et du personnel, notamment).

Bien qu'ils ne soient pas impliqués directement dans le processus de décision, les conducteurs de bus, en tant que derniers exécutants de la décision préfectorale, jouent un rôle important dans cette organisation. En effet, qu'il s'agisse de lignes principalement scolaires ou de lignes régulières, les conducteurs conservent le droit de ne pas effectuer un trajet s'ils jugent que les conditions de sécurité sont insuffisantes.

La crise de septembre 2005 ainsi que les entretiens que nous avons eu avec les différents acteurs impliqués, nous ont permis de déceler certaines sources de dysfonctionnements liées à la mise en pratique de ces outils. C'est cette analyse critique que nous allons détailler maintenant.

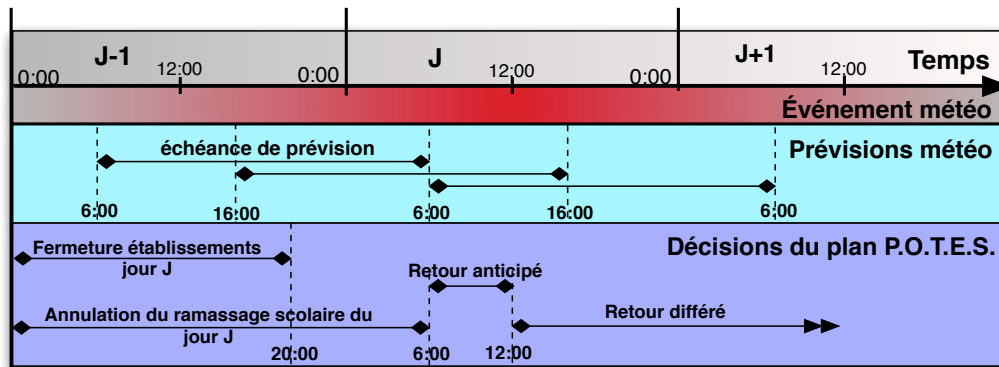


FIGURE 7.5 – Temporalité du processus de décision dans le cadre du plan P.O.T.E.S. Source : (Call et Ruin, 2006)

7.1.3 Analyse critique du système de gestion des mobilités en période de crise

Dans le cadre de cette analyse, nos réflexions se focalisent sur quatre aspects qui nous paraissent essentiels pour la gestion des mobilités en temps de crise : (i) la vulnérabilité associée aux temporalités de la prise de décisions, (ii) le problème de gestion d'échelles spatiales multiples, (iii) les difficultés liées à la transmission d'information dans la chaîne d'alerte et enfin (iv) le rôle capital joué par le niveau d'expérience et de connaissance du terrain des acteurs de la crise.

a. Vulnérabilité temporelle

Le mode d'organisation défini par le P.O.T.E.S. repose en grande partie sur la fiabilité et la capacité d'anticipation des prévisions météorologiques. Ainsi, selon le responsable du SIDPC l'information météorologique constitue 50 à 75 % des données à l'origine de la prise de décision. Entre 2002 et 2005, alors que le plan P.O.T.E.S. était en phase expérimentale, 67 jours ont fait l'objet d'une vigilance météorologique orange ou rouge, pendant lesquels le plan P.O.T.E.S. a été activé sur l'équivalent de 10 jours. Le bilan est plutôt positif, le P.O.T.E.S. n'a jamais été activé pour rien, et seules deux situations critiques ont été constatées, toutes deux liées à une sous-estimation des conditions météorologiques. Finalement, cette procédure de crise, clairement formalisée, a le mérite de laisser peu de place au doute et donc d'accélérer le processus de décision et l'exécution des mesures. Cela constitue un critère d'efficacité primordial en situation d'urgence qui, associé à une bonne préparation et/ou expérience de la situation, permet notamment d'amoindrir les conséquences d'une prévision météorologique incertaine.

Si l'on s'intéresse plus précisément aux temporalités du processus de décision, il apparaît quelques zones de fragilité en particulier aux heures limites de décision, c'est-à-dire vers 6 h,

12 h et 16 h. En effet, lors de conditions météorologiques dégradées, des décisions en matière de transport scolaire doivent être prise au plus tard à ces horaires (figure 7.5). Or dans le cas d'une prévision météorologique incertaine, ou d'un délai dans la transmission des ordres venant de la cellule de crise, les exécutants tels que les entreprises de transport, ou en dernier recours, les chauffeurs de cars peuvent se retrouver dans la situation de décider par eux-mêmes. Cette multiplication des acteurs contraints de devenir décideurs peut compliquer énormément la situation, d'autant que ces personnes ne sont pas toujours formées ou expérimentées face à ce genre de situations. En effet, la chaîne de transmission des ordres préfectoraux est relativement longue en ce qui concerne les transports scolaires. Une fois la décision prise en COD, l'information transite différemment pour les établissements et les transporteurs scolaires. Les premiers sont prévenus par un responsable de l'Inspection d'académie. Les seconds reçoivent l'information soit par un représentant du Conseil général (service scolaire), soit par un représentant des Communautés d'agglomérations (lignes régulières urbaines). Dans les deux cas, l'information doit encore parvenir jusqu'au personnel enseignant et aux élèves d'un côté et aux coordinateurs des transports puis aux chauffeurs de l'autre. Ainsi, le délai de transmission et d'exécution peut aller de 30 minutes dans le meilleur des cas à 2, voire 3 heures dans le pire. De même l'information peut atteindre les établissements et des chauffeurs de manière non simultanée ce qui peut engendrer des incompréhensions ou des confusions.

Ces délais variables ont plusieurs incidences. Dans le cas où ce sont les chauffeurs qui se retrouvent dans la situation d'expliquer la consigne préfectorale aux Chefs d'établissements, ces derniers n'ayant reçu aucun ordre direct hésitent à prendre la responsabilité de libérer leurs élèves, d'où un délai supplémentaire à l'exécution de la décision. Dans le cas inverse, si les chauffeurs ne sont pas au rendez-vous, le personnel scolaire doit faire face à l'afflux de parents voulant récupérer leurs enfants et ceux des voisins ou amis. Cette difficulté est bien perçue comme en témoigne ce propos recueilli auprès d'un des responsables des transports du Gard « *Les parents si on ne leur ramène pas leurs enfants à temps, ils viennent les chercher en bravant la flotte* »

Si le délai de transmission de la consigne préfectorale est trop long deux cas de figure peuvent se produire. Les chauffeurs et les parents d'élèves peuvent ne pas avoir reçu à temps la décision d'annulation des transports scolaires de la préfecture et décider d'effectuer le trajet par leurs propres moyens, au risque de se mettre en difficulté sur la route. Dans le cas d'un retour anticipé programmé pour faire face à une détérioration météorologique prévue à l'horaire normal de ramassage, un délai dans l'heure effective de prise en charge des enfants par les transports scolaires peut aussi avoir des répercussions en matière de sécurité du trajet (les conditions météorologiques ou de circulation pouvant évoluer en l'espace de quelques minutes). Pour parer à cette situation, les entreprises de transport les plus importantes telles que celles qui sont chargées des transports en commun dans les deux agglomérations principales de Nîmes et Alès, ont mis en place un système interne de reconnaissance sur le terrain des itinéraires empruntés par les lignes de bus.

Cela permet de vérifier si les routes sont effectivement praticables avant d'y lancer les chauffeurs. Cependant, si le contexte urbain se prête assez bien à cette pratique, cela est plus difficile pour les liaisons inter-urbaines car les parcours sont longs et le contexte hydro-météorologique évolue rapidement et différemment le long de l'itinéraire. En contexte rural, cette vérification préalable des itinéraires s'avère quasiment impossible pour les transporteurs isolés qui ne sont pas organisés pour cela. C'est le cas notamment des régies communales (chauffeurs fournis par la commune) affrétées par le Conseil général.

Enfin, il faut aussi souligner que si le plan P.O.T.E.S. est particulièrement utile pour gérer le problème de mobilité des scolaires utilisant des transports en communs, il lui est plus difficile de prendre en compte les 50 % d'enfants véhiculés par leurs parents, qui, pris par leurs activités quotidiennes, sont moins flexibles pour réagir promptement aux décisions préfectorales.

Pour ces différentes raisons, il semble que les horaires de diffusion de la prévision météorologique de 6 h et 16 h ne soient pas les plus adéquats. Le problème se pose surtout lorsqu'il s'agit d'un début de vigilance orange puisqu'avant ce seuil aucun bulletin de suivi n'est prévu. La nouvelle information intervient donc à ces horaires sans possibilité de l'anticiper. Pour ce qui est du problème scolaire, l'information météorologique (bulletin de vigilance ou réactualisation) serait donc mieux adaptée si elle arrivait à la Préfecture au moins 2 h avant les échéances décisionnelles, c'est-à-dire vers 4-5 h, à 10 h et vers 14-15 h. Néanmoins, dans ce cas aussi, la prise de décision de la première phase de mobilité le matin reste difficile à anticiper.

b. Vulnérabilité spatiale

D'un point de vue spatial, nous nous sommes interrogés sur le niveau de précision et d'incertitude des prévisions météorologiques. Les acteurs de la crise semblent assez partagés sur cette question. Sur le plan préfectoral, il semble que les prévisions météorologiques soient perçues comme suffisamment fiables, le Directeur du SIDPC estimant leur fiabilité à 90 %. Cependant, ceci est principalement dû à leur faible précision géographique. En effet, la vigilance est généralement décrétée pour une surface couvrant au minimum deux départements. Pour la Préfecture, cette faible précision n'est pas considérée comme un handicap, au contraire. En effet, une prévision plus fine aurait l'inconvénient de forcer la cellule de crise à traiter plus d'informations et à adapter les décisions aux contextes locaux en diffusant des consignes différentes selon les secteurs géographiques. Non seulement cela compliquerait la prise de décision, et donc le délai de réaction mais cela pourrait aussi avoir des conséquences néfastes en terme de communication. Le message diffusé pouvant être différent d'un secteur à l'autre, il y aurait immanquablement des risques de confusion dans les zones limitrophes notamment.

De plus, les acteurs en charge de la gestion de crise sont nombreux et leurs territoires de

compétences recourent des espaces différents. Par exemple, l'Inspection d'académie raisonne en bassins d'emploi, les responsables des transports scolaires ont en charge des secteurs recoupant ces bassins et certains enfants malgré la carte scolaire, toujours en vigueur pour l'instant, peuvent dépendre d'établissements scolaires éloignés de leur domicile. En fin de compte, une décision localisée peut s'avérer beaucoup plus difficile à mettre en oeuvre.

D'un autre côté, les communes et les établissements scolaires souhaiteraient disposer d'informations et de consignes plus précises et adaptées à leur propre situation. Les responsables d'établissements scolaires ont notamment du mal à se faire entendre des parents d'élèves lorsque les conditions hydro-météorologiques locales ne semblent pas justifier les décisions préfectorales. La plupart des problèmes d'incompréhension entre Préfecture et acteurs locaux vient de cette différence de vision entre échelles macroscopiques et locales. Il semble que dans ce cas, l'aspect local doivent être pris en charge dans le cadre de l'instauration du PCS. Néanmoins, si les communes les plus importantes peuvent s'offrir des prévisions météorologiques à l'échelle locale, ce n'est pas le cas des plus petites communes qui doivent parfois emprunter des circuits détournés (généralement par leur propre réseau de connaissances) pour obtenir une information plus précise applicable à leur secteur.

c. Les problèmes de communication

Les problèmes de communication peuvent s'avérer variés et nombreux en temps de crise étant donnée la multiplicité des acteurs impliqués et la longueur des chaînes d'alerte. Outre les défaillances techniques des réseaux de communication que nous n'aborderons pas ici, il nous semble que nous pouvons souligner des sources de dysfonctionnements à différents niveaux.

Au niveau des établissements scolaires, nous avons déjà souligné plusieurs problèmes de communication associés à la longueur des chaînes de diffusion. Par exemple, lorsque la transmission aux établissements scolaires, des décisions prises en cellule de crise, passe par l'intermédiaire des chauffeurs de cars. Ces derniers ne sont pas nécessairement reconnus comme autorité compétente en la matière, d'où certaines pertes de temps à des moments cruciaux. Le problème peut aussi se poser lorsque les parents n'ont pas eu l'information de la Préfecture indiquant une fermeture des établissements pour le lendemain. Les élèves peuvent alors se retrouver seuls, en attendant un car qui ne passera pas, dans des conditions hydro-météorologiques défavorables. Enfin, un problème de communication chronique est à souligner entre la cellule de crise et les écoles communales. Ce problème est lié au mode de fonctionnement des écoles qui ne disposent pas de personnel spécifique pour répondre au téléphone, le Directeur ayant la plupart du temps la charge d'une classe. Ainsi lors des derniers retours d'expérience, certaines écoles sont restées injoignables pendant plusieurs heures. En ce qui concerne les établissements de niveau supérieur, selon leurs responsables, la difficulté réside dans la communication interne auprès des élèves. C'est notamment le

cas lorsqu'il s'agit de les départager pour les répartir en fonction de leur destination dans les transports scolaires pour un retour anticipé, ou de les laisser repartir avec leurs proches quand ils ne sont pas concernés par le ramassage scolaire.

D'un autre côté, les seules informations qui semblent ne poser aucun problème sont celles passées par les élèves depuis leur téléphone portable. Dans le cas où la consigne est de garder les élèves au sein de l'établissement, il est bien souvent difficile de la faire respecter quand les enfants ont décidé d'appeler leurs parents à la rescousse. Or, ils sont de plus en plus nombreux à pouvoir le faire, aussi bien au collège, qu'au lycée. Ce genre de réaction va à l'encontre des consignes de sécurité diffusées par les autorités décisionnaires et peut conduire à des situations particulièrement difficiles à gérer. Les événements de 2005, par exemple ont donné lieu à des conflits aux portes de l'établissement, entre les enseignants et les parents venus récupérer coûte que coûte leurs enfants et ceux des voisins. Ces situations mettent, non seulement, les parents en danger par le simple fait qu'ils prennent la route au moment le moins opportun, mais elles font également peser le risque sur leurs enfants et parfois ceux de leur entourage. De plus de telles situations sont sources de désorganisation et de stress aussi bien pour l'équipe scolaire que pour tous les intervenants chargés de la sécurité des élèves. En effet, dans ces conditions il est plus probable de perdre la trace d'un élève et il devient donc impossible de s'assurer de sa sécurité.

Au niveau communal, il semble y avoir un défaut de communication entre les services communaux en charge de la gestion de crise et les établissements scolaires chargés de la propre sécurité de leurs élèves. La réunion de retour d'expérience au collège d'Aigues-Mortes a fait ressortir un manque de communication dans l'élaboration des documents tels que les Plans Communaux de Sauvegarde (PCS) et les Plans Particuliers de Mise en Sécurité (PPMS) élaborés par les établissements. Ainsi, généralement le PCS référence l'établissement scolaire local comme un lieu disposant de capacités d'accueil, par contre le PPMS ne prend en compte que la problématique propre de l'établissement. Cette différence de point de vue laisse supposer des incompréhensions potentielles et des cafouillages en temps de crise. Il semble ainsi qu'une réflexion impliquant tous les acteurs à l'échelle communale soit nécessaire pour mettre en cohérence ces deux documents. Les transporteurs pourraient aussi y être associés puisqu'ils sont responsables de la dépose des élèves en lieu sûr, prévu par ailleurs par le PCS, s'ils se trouvent dans l'incapacité d'assurer la totalité de leur service.

d. Le rôle de l'expérience des acteurs

Pour terminer cette analyse critique, nous souhaitons mettre l'accent sur l'importance de l'expérience des acteurs impliqués dans la crise. Là encore, cette remarque est valable à différents niveaux.

En ce qui concerne le Plan de gestion du trafic de la RN106 par exemple, le passage du scénario 1 au scénario 2 ne fait pas l'objet de critères clairement définis. Les agents des subdivisions postés sur le terrain sont chargés de qualifier au maximum l'information qu'ils transmettent, mais il n'existe pas de grille précise de recueil de l'information. La qualité de cette information repose beaucoup sur l'expérience des agents qui sont sur le terrain. Ceci pose le problème de la transmission des connaissances des agents de la DDE qui vont partir à la retraite. Par ailleurs, en terme de gestion des coupures routières, un autre problème risque de se poser avec la décentralisation et le transfert des compétences de la DDE au Conseil général. Comme le soulignait un responsable de la DDE, les agents de l'équipement ont progressivement acquis un savoir faire qui fait d'eux des spécialistes non seulement de l'entretien des routes mais aussi de l'exploitation du réseau. En rentrant dans une phase de décentralisation, le Conseil général récupère l'unique compétence de la gestion des routes. Qu'advient-il de la compétence relative à l'exploitation optimale du réseau ? Pour l'instant les services du Conseil général ne disposent pas de cette culture de gestion de la route qui s'est progressivement installée au sein des services de la DDE. Qu'il s'agisse des routes ou de la gestion de crise, les services du Conseil général ne sont pour le moment pas organisés pour réagir en urgence à toute heure du jour ou de la nuit puisqu'aucune astreinte des agents n'est prévue. On peut ainsi se demander si le transfert de compétences sera réellement accompagné d'un transfert de moyens et d'une transmission des savoir-faire entre services.

Sur le plan de la gestion de crise, il nous paraît important de souligner que l'activation de la cellule de crise en préfecture de même que son fonctionnement reposent en grande partie sur l'expérience et la connaissance du terrain du responsable du SIDPC et des agents des différents services qui s'y relaient. En effet, comme nous l'avons déjà signalé la cellule de crise n'est pas réunie dès qu'un niveau de vigilance orange est décrété par Météo France. En réalité le responsable du SIDPC évalue la gravité de la situation et l'intérêt de réunir la cellule de crise sur la base de l'évolution des prévisions météorologiques et des remontées d'information qu'il peut avoir du terrain. Mais ces informations sont aussi tempérées par sa propre expérience et sa connaissance approfondie de l'ensemble du département. Si celui-ci considère que la vigilance devient sérieuse pour un cumul de pluie annoncé supérieur à 120-150 mm, ce critère n'est pas suffisant en soi pour déclencher l'activation du COD. De même, au moment de la prise de décision, son expérience des précédentes crises constitue un apport essentiel pour la rapidité du processus décisionnel. Par ailleurs, l'observation en cellule de crise a permis de mettre en évidence la quasi absence de support cartographique lors de la gestion de crise. Cet état de fait témoigne de la parfaite connaissance du terrain par ses acteurs. En effet, seules deux cartes sont mises à disposition de l'ensemble des membres du COD, l'animation radar disponible lors des « points météo » toutes les heures et commentée par un prévisionniste de Météo France et une carte topographique du département très rarement utilisée sauf pour présenter les informations au Préfet.

À la lumière de ce tour d'horizon des modes de gestion des mobilités, nous proposons main-

tenant de revenir sur les indicateurs de vulnérabilité aux crues rapides mis en avant par ce travail de recherche afin d'identifier les pistes d'actions préventives à mettre en oeuvre pour répondre aux besoins des publics vulnérables que nous avons identifiés.

7.2 Des activités quotidiennes au fonctionnement de crise : sources de vulnérabilité et perspectives d'actions

Comme nous l'avons évoqué en introduction, la réaction du public face aux alertes et la mise en oeuvre effective de mesures de protection individuelles face à l'imminence d'un danger découlent d'un processus psychologique en cinq étapes essentielles : (1) percevoir⁶ les stimuli extérieurs de l'alerte, (2) comprendre la situation, (3) croire en l'information diffusée par les messages d'alerte, (4) percevoir le danger pour soi, pour enfin (5) agir de façon appropriée au regard de la situation risquée à laquelle l'individu est confronté. La réussite de chacune de ces étapes en situation d'urgence nécessite une certaine « prédisposition » et préparation individuelle à ce genre d'événement de même qu'une communication et une gestion de crise efficaces. La littérature spécialisée sur ce sujet met en avant trois types de facteurs susceptibles d'influencer le déroulement du processus psychologique conduisant à l'adaptation des comportements individuels face à l'imminence d'une crue. Le premier facteur repose sur la représentation du risque et la perception du danger pour soi qui sont à l'origine de la compréhension de la situation et de la mobilisation des individus en vue d'agir. Le second considère la connaissance des moyens de protection adaptés au risque concerné permettant à l'individu d'envisager l'action à entreprendre pour assurer sa protection. Et enfin le dernier facteur, d'ordre social ou technique considère les freins à l'action de protection.

Dans le cadre de notre diagnostic de la vulnérabilité des populations du Gard aux crues rapides, nous avons analysé ces trois types de facteurs. Notre objectif est donc maintenant de faire des propositions d'actions préventives concrètes basées sur les résultats de nos investigations afin d'agir sur les faiblesses mises à jour pour chacun des facteurs de vulnérabilité étudiés.

7.2.1 Le talon d'Achille gardois

En matière de représentations, nous avons identifié au chapitre 4 plusieurs difficultés à s'imaginer la dynamique et l'intensité potentielle du phénomène de crue rapide, de même que l'exposition que celui-ci engendre. Ainsi, la vitesse de réaction des plus petits cours d'eau mais aussi l'amplitude maximale de la submersion apparaissent globalement sous-estimées. De plus, si

6. au sens littéral

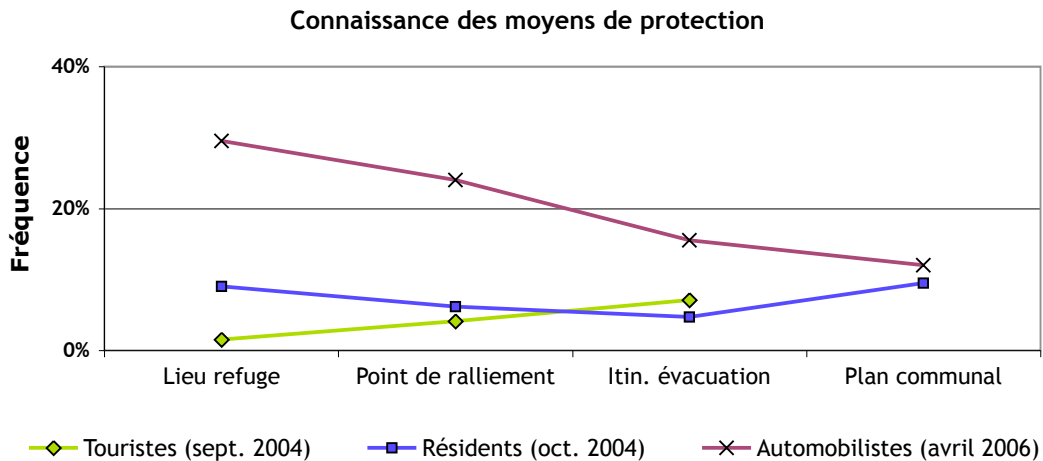


FIGURE 7.6 – Évolution de la connaissance des moyens de protection en cas de crue rapide entre 2004 et 2006. Source : Enquêtes par questionnaires et cartes mentales, N = 1428, Gard 2004-2006

la représentation des circonstances de grande vulnérabilité laisse supposer que les habitants du Gard ont bien compris que le danger est plus important sur la route que dans un bâtiment, ils ont néanmoins beaucoup de difficultés à évaluer la hauteur d'eau qui peut s'avérer dangereuse lors de trajets automobiles. En terme d'exposition, il semble que les représentations soient aussi plus conformes à la réalité sur le lieu de résidence et de travail que sur les itinéraires habituellement fréquentés par les résidents. De même certaines morphologies routières telles que les ponts traversant le réseau hydrographique et les tronçons de routes dominés par des pentes sont considérées comme moins dangereuses qu'une morphologie en cuvette par exemple. Enfin, près de la moitié des résidents du Gard n'associent pas le niveau de vigilance orange de Météo France à la potentialité d'un danger vital sur la route alors que nous avons montré, par l'analyse de la crue de septembre 2002, qu'une partie des décès sur les petits bassins versants sont intervenus pourtant pendant cette période (chapitre 5).

En ce qui concerne la **connaissance des attitudes de protection à adopter** dans différentes circonstances, le principal problème semble se situer au niveau des réflexes des conducteurs au volant de leur véhicule au moment de la crise. Ainsi, le fait de se diriger vers un point haut n'apparaît pas comme une évidence pour tout le monde. De plus, nous avons révélé un réel problème de connaissance des « lieux refuge » « des itinéraires d'évacuation » et autres moyens de protection mis en place par les autorités publiques. Néanmoins nos enquêtes, réalisées à deux ans d'intervalle, peuvent laisser supposer une progression de cette connaissance qu'il s'agirait néanmoins de vérifier (figure 7.6). Nous pouvons y voir deux raisons principales : les exercices d'application associés à la mise en oeuvre du plan de gestion du trafic de la RN106, dans lequel les scénarios 2 et 2 bis proposent sept lieux d'hébergement-refuge et, en second lieu, la montée en puissance du nombre de Plans Communaux de Sauvegarde depuis 2004 (cf. section 6.1.2.).

Notre dernière analyse a porté sur les **contraintes d'ordre social ou technique** pouvant empêcher la mise en oeuvre d'une réponse adaptée en temps de crise. Dans ce domaine, nous avons identifié plusieurs types de problèmes :

- le besoin de confirmer l'information reçue en temps de crise,
- la réaction inappropriée de la majorité des parents d'élèves dont les enfants sont à l'école pendant la crise,
- la vulnérabilité temporelle liée à la diffusion de l'alerte et d'information sur la gestion des affaires scolaires en temps de crise,
- le problème d'alerte et de compréhension des consignes de sécurité par les populations touristiques en temps de crise,
- le poids des contraintes professionnelles en matière de choix de déplacement.

Ces différentes observations (mis à part peut-être le problème de communication avec les populations touristiques) peuvent aboutir à une même conséquence : augmenter l'afflux de personnes en déplacement en temps de crise, soit de manière locale pour aller constater par soi-même l'évolution de la crue, soit à plus petite échelle pour rejoindre son travail, son foyer ou récupérer ses enfants à l'école. Ainsi, si notre étude des représentations avait déjà mis en avant un problème associé aux déplacements quotidiens, il semble que notre analyse des situations de crise vienne souligner l'intérêt de se préoccuper spécifiquement de cette question.

7.2.2 Les publics vulnérables

Nous proposons ici de lister les principales catégories d'individus qui présentent au moins un facteur de vulnérabilité en explicitant pour chacun le facteur en cause (représentation inappropriée, mauvaise connaissance des moyens de se protéger ou contraintes à l'action) et dans la mesure du possible la source du problème.

Les jeunes adultes et les personnes âgées ont généralement tendance à sous-estimer le risque. Deux raisons semblent en être à l'origine : une méconnaissance de la dynamique et de l'intensité maximale du phénomène de crue rapide et donc de l'exposition qu'elles engendrent (sur le lieu de résidence pour les plus âgés et sur la route pour les deux catégories) ; et dans le cas des plus jeunes, une difficulté à estimer les hauteurs d'eau dangereuses en voiture.

En ce qui concerne les réflexes de protection en temps de crise, là encore ces deux classes d'âge ne s'illustrent pas dans le sens de la prudence. Les jeunes adultes (< 25 ans) s'exposeraient plutôt par une mobilité inadaptée que ce soit en matière de choix de déplacement selon les niveaux de vigilance ou de comportement au volant. Les plus âgés (> 65 ans) se mettraient au contraire en danger par une réticence à la mobilité et à l'évacuation de leur domicile qu'ils sont plus nombreux à considérer comme sûr.

Les hommes apparaissent plus méfiants et moins respectueux des consignes officielles et s'avèrent généralement plus sûrs de leurs propres capacités à faire face. Ainsi, ils auront plutôt tendance à surveiller le cours d'eau et à discuter les ordres.

Les parents d'élèves affichent une vulnérabilité conjoncturelle liée au moment où survient l'événement. Si celui-ci se produit en semaine, pendant que leurs enfants sont à l'école, ils risquent de se mettre en danger pour aller les récupérer. Comme le laisse entendre la remarque d'un représentant des parents d'élèves du collège d'Aigues-Mortes : « *Ils n'ont pas confiance car rien n'est prévu* » ; il semble que le problème vienne ici d'un manque de confiance dans le mode de gestion de la crise au sein des établissements scolaires ou des services communaux. Nous pouvons ainsi nous demander si cette réaction n'est pas la trace laissée par les cafouillages organisationnels de l'événement de 2002, pour lequel le P.O.T.E.S. n'était pas encore en fonction. Même si cette nouvelle mesure a sans doute amélioré les choses, il semble que l'expérience de 2005 montre que cela n'est pas suffisant pour rétablir la confiance des parents. Enfin, si le problème de gestion n'est pas nécessairement avéré, la remarque du délégué des parents d'élèves laisse au minimum supposer un problème de communication entre ces derniers et les autorités en charge de la sécurité de leurs enfants.

Les utilisateurs du réseau routier et en particulier les actifs effectuant des longs trajets ont tendance à se représenter le risque de coupure par submersion de façon non conforme à la réalité. Les usagers qui se déplacent quotidiennement pour le travail sont d'autant plus sensible que leur activité professionnelle, motif de leur trajet, peut constituer une contrainte à l'action de protection en temps de crise. Il s'agira donc de convaincre ce type de public que le risque de perdre la vie sur la route lors d'un épisode de précipitation très intense, annoncé par un niveau de vigilance orange, est bien plus important que celui de perdre son emploi dans ces conditions ; mais aussi de leur donner les moyens de mieux appréhender les tronçons sujets à coupure sur leurs itinéraires quotidiens.

Les habitants du secteur urbain de Nîmes cumulent plusieurs handicaps en ce qui concerne leurs représentations des crues rapides. Ils semblent moins aptes à s'imaginer la vitesse de montée des petits cours d'eau, visualisent mal les tronçons de route dangereux sur leurs itinéraires habituels, et ils sous-estiment la hauteur d'eau dangereuse pour une voiture. Comme les précédentes constatations semblent le démontrer, ils s'estiment insuffisamment informés des risques de crue rapide. Il semble que dans ce secteur un réel effort en matière de sensibilisation doit être envisagé.

Les touristes non francophones sont à prendre en considération du fait de la difficulté qu'il peut y avoir à les alerter de la survenue d'un événement hydro-météorologique dangereux. En effet, même si elles ne paraissent pas spécifiquement faire preuve d'une représentation irréaliste du danger et si elles ont tendance à suivre les conseils de sécurité, les populations touristiques demeurent néanmoins fragiles en raison de leur accès limité à l'information que ce soit en termes

d'alerte ou d'information de crise. Ainsi, 60 % des touristes interrogés consultent les prévisions météorologiques de manière irrégulière, 48 % d'entre eux déclarent même y recourir rarement voire jamais. Or les prévisions de Météo France représentent le moyen le plus direct d'être alerté de l'imminence d'un événement potentiellement dangereux. Rappelons que les personnes étrangères ne maîtrisant pas la langue française déclarent à l'unanimité ne pas connaître les cartes de vigilance de Météo France. Elles sont aussi moins nombreuses à privilégier la radio comme source d'information probablement pour des raisons de compréhension. Or en période de crise, la majorité des consignes de sécurité sont diffusées par le biais de ce média. Il semble donc que la mise en alerte et l'information de ces populations constitue un enjeu de taille dans un département touristique.

Les nouveaux résidents sont enfin ceux qui ont le moins d'expérience en matière de crue rapide. À ce titre, ils ont globalement tendance à sous-estimer le risque et se sentent particulièrement peu préoccupés par l'annonce d'un niveau de vigilance orange. Ce type de population sera probablement plus difficile à mobiliser face à l'imminence d'un événement dangereux.

À la lumière de ces considérations, il convient de focaliser les actions de communication et de sensibilisation sur l'objectif d'améliorer la compréhension du phénomène et de ses conséquences potentielles. Ceci dans le but d'encourager la prise de conscience du danger que représente le fait de se déplacer en temps de crues rapides. Les catégories précédemment listées apparaissent comme les cibles à privilégier. Mais quels médias et quels messages choisir pour atteindre ces publics.

7.2.3 Sensibiliser sur le danger d'écoulement rapide sur la route et la façon de s'en protéger

Nous avons pu constater grâce à nos enquêtes un manque de compréhension des spécificités des inondations dans le Gard. Bien que nous n'ayons pas réellement constaté de relation entre cette variable de représentation et les variables de comportements déclarés, il nous semble que la compréhension de la dynamique du phénomène soit un élément essentiel pour favoriser la prise en compte des messages d'alerte et la perception du risque pour soi. En effet, nous constatons une relation entre cette variable et la perception des hauteurs d'eau pour emporter un homme ou une voiture. Les individus ayant une meilleure connaissance de la rapidité de montée des eaux ont aussi une meilleure perception du danger de se déplacer à pied ou en voiture en temps de crue. De plus, l'enquête par carte mentale, portant plus particulièrement sur la façon dont les automobilistes appréhendent le danger sur la route en cas de crue, montre aussi une relation entre la représentation des circonstances d'accidents fatals et la vitesse de montée des petits ruisseaux. Les personnes conscientes de la dynamique rapide du phénomène ont ainsi plutôt tendance à

considérer que l'utilisation d'un véhicule dans ces conditions constitue le danger principal.

Enfin, la perception des tronçons de route fréquemment coupés lors de crues s'avère assez faible puisque moins d'un tiers d'entre eux est réellement perçu comme dangereux par leurs usagers.

Dans l'objectif d'améliorer la compréhension du phénomène, de ses conséquences potentielles et de promouvoir des comportements prudents sur la route en période de crue, nous proposons la diffusion d'une information ciblée et localisée aux endroits où elle s'avère la plus utile.

a. Une signalétique routière explicite

Nos enquêtes montrent que les indications sous forme de panneaux routiers ou de repères de crues sont remarqués par 60 % des résidents et 44 % des touristes. Ils constituent donc des supports d'informations plutôt efficaces. De nombreux repères de crues (389 sur l'ensemble du département, dont 253 dans le bassin versant du Gardon en 2006) ont été installés dans le Gard suite à la « Loi Bachelot » n° 2003-699 datant du 30/07/2003. Ces repères indiquent les hauteurs atteintes par différentes crues historiques (cf. photos 7.7-e) et sont surtout localisés dans les zones urbanisées. Ils ont un rôle essentiel pour maintenir la mémoire des événements historiques et donner une idée des hauteurs d'eau qui pourraient à nouveau affecter les habitations. Sur les routes, la signalétique en place indique généralement les routes inondables ou submersibles, mais ne renseigne pas sur la dangerosité des crues ou les moyens de s'en protéger. Or c'est souvent dans ces circonstances que les consignes de sécurité se font désirer. Ainsi, il nous semblerait utile d'étendre l'utilisation de ce média, qui a le mérite de proposer une information concise et ciblée dans l'espace, pour diffuser des consignes de sécurité adaptées au contexte d'exposition. À l'exemple de ce qui existe aux États Unis (cf. photos 7.7-a et 7.7-d), et en complément des panneaux de « routes inondables » déjà positionnés sur les routes du Gard, nous pouvons envisager d'y ajouter des mentions du type « *montez sur un point haut en cas d'inondation* » ou alors « *Danger mortel, faire demi-tour en cas d'inondation de la route* ».

Ce type d'équipement signalétique associé à l'utilisation de pictogrammes suggestifs, tels que celui figurant sur la photo 7.7-a, présente par ailleurs l'avantage d'avoir une signification pour tout type de public y compris ceux ne maîtrisant pas le français. Il pourrait aussi s'avérer utile d'équiper les routes submersibles d'échelles graduées permettant aux utilisateurs d'évaluer la dangerosité en fonction de la hauteur d'eau atteinte sur l'échelle (cf. photo 7.7-c). Ainsi, la hauteur de 40 cm pourrait être affichée comme la hauteur limite (sous réserve d'adaptation de ce calcul à la vitesse du courant à cet endroit) pour laquelle il est interdit de passer. Il pourrait même être utile d'associer ces mesures limnimétriques à un système de barrières automatiques se fermant dès que la combinaison *hauteur d'eau × vitesse du courant* devient dangereuse pour une voiture. Plus



a) Panneau signalétique disposé en bordure d'une zone inondable. Colorado. Photo I. Ruin, 2006.



b) Panneau de sensibilisation au format publicitaire. Austin, Texas. Source : E. Grunfest.



c) Échelles graduées situées au niveau d'un passage à gué. Austin, Texas. Photo I. Ruin, 2006.



d) Panneau signalétique disposé en bordure d'une zone inondable. Austin, Texas. Photo I. Ruin, 2006.



e) Repères de crue installés à Anduze, Gard, en 2006. Source O.R.I., 2007.

FIGURE 7.7 – Différents exemples de signalétique pour la sensibilisation aux risques liés aux crues.

généralement et à l'image du support publicitaire présenté par la photo 7.7-b, une campagne de sensibilisation sur les dangers d'utiliser sa voiture en période de crue pourrait être mise en place notamment aux abords des agglomérations où les résidents sont plus sensibles au danger encouru par les piétons qu'à celui qui menace les automobilistes.

b. Disposer l'information à proximité des lieux à risque

Nous pouvons dans un premier temps favoriser la prise de conscience du danger aux abords des tronçons routiers où le risque est généralement sous-estimé. Ainsi, à partir des résultats des enquêtes par cartes mentales nous sommes en mesure de localiser les tronçons de route sujets à coupures où à une sous-estimation du danger est particulièrement prononcée (figure 4.5). Trois secteurs semblent particulièrement sensibles au Sud d'Alès, autour des tronçons centraux de la RN106 et au sud de Nîmes. Il s'agit notamment :

- de quelques tronçons de la RN110 au sud d'Alès et de nombreuses routes départementales situées entre Alès et Lédignan pour ce qui concerne le premier secteur ;
- de plusieurs tronçons de la RN106 à la hauteur de Saint Chaptès, et de tronçons de routes départementales au niveau de Vézenobres et, plus au sud, le long du ruisseau la Droude dans le secteur central ;
- de plusieurs sections de routes départementales dans le Sud de Nîmes, et de portions de la RN113 à hauteur de Bouillargues.

Les mesures exceptionnelles telles que la mise en oeuvre de barrières automatiques pourraient être mises en place, dans un premier temps, aux endroits où le risque est le plus fort, c'est-à-dire aux endroits où la probabilité et/ou le danger lié à la submersion sont forts alors que la perception des usagers est faible.

c. Cibler l'information au plus proche des usagers par le biais des assureurs

En complément de la signalétique routière, nous pouvons envisager une communication plus personnalisée se basant sur les besoins des publics les plus vulnérables.

Nous avons précédemment détaillé les « publics cibles » et le type d'information qui leur fait défaut. Il s'agit donc de concevoir une campagne de sensibilisation s'adressant directement à ces publics en leur fournissant l'information la plus adaptée à leur environnement proche et à leurs pratiques quotidiennes. Le contenu du message pourrait, par exemple, être ciblé en fonction de la taille des rivières situées sur la commune de résidence, expliquant ainsi aux résidents la nécessité d'adapter leurs pratiques, lorsqu'une alerte aux crues est déclenchée, à la vitesse de réaction du cours d'eau le plus proche de chez eux. En tant qu'assureurs de l'habitation mais aussi des véhicules, les compagnies d'assurance apparaissent comme des prescripteurs parfaitement

légitimes en matière de conseils de prudence sur le lieu de résidence ou sur la route. De plus, les assureurs disposent, concernant leurs adhérents, de toutes les informations nécessaires pour ajuster le contenu des messages aux caractéristiques des publics ciblés (âge, statut familial, lieu d'habitation, type de véhicule...). Ce mode de sensibilisation pourrait inciter les familles habitant dans des secteurs exposés à réfléchir et à formaliser au sein de leur foyer un plan de mise en sécurité en adéquation avec le plan communal de sauvegarde, quand il existe, et avec les autres mesures mise en oeuvre au sein de la commune notamment dans le cadre des activités scolaires⁷.

Les assureurs peuvent par ailleurs jouer un rôle privilégié auprès des employeurs dont ils assurent l'activité professionnelle. Ainsi, en sensibilisant ce public particulier, ils peuvent espérer influencer le comportement des employés. En effet, il semble que l'obligation de se rendre au travail puisse constituer une contrainte sociale importante à l'origine de déplacements à risque en période de crue. Aussi, une sensibilisation des employeurs aux risques encourus par leur personnel pendant leur déplacement pourrait favoriser la mise en oeuvre de pratiques plus prudentes lors d'événements climatiques potentiellement dangereux. Cette prise de conscience pourrait alors permettre d'adapter les modes de travail au moment des alertes (télé-travail, notamment pour les catégories de population les plus sensibles (cadres et professions intellectuelles...)).

7.2.4 Favoriser une mobilisation locale de la société civile

Les campagnes de communication ciblées, telles que nous venons de les évoquer, nous semblent constituer un outil intéressant pour augmenter ce que l'on peut appeler « la culture ou la conscience du risque » des populations locales mais aussi des touristes en visite dans le département. Ainsi, elles permettent de toucher un public large qui n'a pas le réflexe de se renseigner de lui-même sur les risques qu'il encourt sur son lieu d'habitation ou lors de ces trajets quotidiens. Néanmoins, ces mesures restent superficielles et ne nous semblent pas en mesure d'opérer une prise de conscience en profondeur ni même de contribuer à diminuer le poids des contraintes sociales qui peuvent être à l'origine de comportements inappropriés en temps de crise. Ainsi, nous proposons ici une démarche plus participative visant un double objectif. D'une part, nous pouvons espérer une meilleure appropriation et acceptation du risque par la population locale conduisant à la mobilisation de réseaux citoyens capables d'assurer une vigilance locale de « lanceur d'alerte ». D'autre part, nous estimons que ce type d'approche peut contribuer à la construction d'une relation de confiance durable entre les habitants des zones sujettes aux crues rapides et les acteurs locaux en charge de la gestion des risques et des crises. Cette relation privilégiée paraît de nature à réduire certaines contraintes sociales que nous avons identifiées comme pouvant être à l'origine de comportements imprudents.

7. activités de sensibilisation au risque que nous évoquerons plus précisément dans la section suivante

a. Mobiliser les acteurs locaux sur la vulnérabilité des populations

Au regard des actions mises en oeuvre par le Conseil général et les services de l'État dans le Gard, notamment depuis l'événement exceptionnel de 2002, la mobilisation et les efforts de ces autorités décisionnaires en matière de prévention des crues n'est plus à démontrer. Depuis 2004, de nombreuses actions de sensibilisation ont ainsi été développées et promues à l'échelle locale en collaboration avec les Syndicats de bassins versants. Environ 10 000 élèves des classes primaires (CE2-CM1) et 9 000 collégiens (5ème-4ème) ont participé aux journées de sensibilisation sur le risque « inondation » assurées par des animateurs faisant partie des réseaux d'éducation à l'environnement. Le même genre d'actions a par ailleurs visé les élus et techniciens des collectivités territoriales. 251 élus et 97 techniciens en ont bénéficié dans le Gard entre 2004 et 2006. Des documents de sensibilisation tels que les plaquettes « *Inondations - Les gestes essentiels* » ou « *Inondations - sensibilisation des scolaires* » ont été diffusés, de même qu'ont été organisées des réunions de concertation sur le bassin versant du Vidourle notamment.

Toutes ces initiatives représentent une avancée considérable qui devrait, à moyen et long terme porter ses fruits en matière de connaissance générale du phénomène et de prise en compte de celui-ci dans l'aménagement du territoire et l'urbanisme. Cependant, à l'examen du contenu des messages diffusés, nous pouvons faire plusieurs observations. Tout d'abord, que le risque associé aux comportements individuels inappropriés est incomplètement pris en compte. Il n'est considéré qu'en partant du principe qu'augmenter le niveau d'information des populations sera suffisant pour s'assurer du respect des consignes de sécurité en période de crise ! Or de nombreuses études comportementales ont montré que la connaissance du risque n'était en aucun cas suffisante pour susciter des réactions adéquates. À l'exemple de la réaction qui consiste à aller récupérer ses enfants à l'école à l'annonce d'une crue, les contraintes d'ordre social peuvent considérablement influencer les décisions en temps de crise. La seconde remarque concerne le contenu des informations et consignes de sécurité diffusées. Celles-ci restent très peu adaptées aux circonstances d'exposition, de même qu'au type de vulnérabilité locale. Ainsi, les consignes de sécurité n'envisagent que le risque encouru sur le lieu de résidence alors que les déplacements sont à l'origine de 50 % des décès associés aux crues rapides. À part les mentions « *n'utilisez pas votre véhicule* » et « *ne circulez pas dans les rues inondées* », aucune mention ne précise ce qu'il faut faire lorsqu'on est confronté à une crue pendant un déplacement. Par ailleurs, les messages prennent rarement en compte les circonstances locales associées soit, aux caractéristiques spécifiques de l'aléa (vitesse de montée des crues, vitesse du courant et adéquation avec les informations de crise fournies à l'échelle départementale), soit à celles de la vulnérabilité sociale des populations (et non l'exposition du bâti comme c'est le plus souvent le cas). Or, plus un message est ciblé, meilleure est la réponse (Handmer, 2002).

Ces observations nous conduisent à proposer le développement de liens forts entre les déci-

deurs, les institutionnels et « opérationnels » de terrain, le monde de la recherche, les assureurs et la Société civile notamment en ce qui concerne les recherches ayant trait à la vulnérabilité sociale des populations. Dans le cadre d'un cycle de cinq séminaires⁸ organisé en 2007 par des doctorants grenoblois sur la notion de risque, nous avons invité séparément différents acteurs à s'exprimer sur le sujet. À l'issue des discussions qui se sont tenues lors des trois premières séances, nous avons pu observer des relations que nous qualifierons de « chaotiques » entre la Société civile et les autres groupes d'acteurs. Ces derniers se plaignent généralement, d'une part, de ne pas avoir accès à une information complète et objective et, d'autre part, de ne pas être pris en considération dans les espaces de concertation qui sont pourtant prévus pour cela. Au titre du renforcement des relations entre ces différents acteurs, et dans la continuité de notre partenariat avec la Fondation d'assurance MAIF, il nous semble particulièrement intéressant de valoriser, dans le Gard, ce travail de recherche de même que de nombreux autres travaux récents portant sur les crues rapides et effectués dans le cadre de l'Observatoire de recherche Hydro-Météorologique Cévennes-Vivarais (OHM-CV). Cette valorisation nous paraît d'autant plus importante qu'elle permet en même temps un retour de nos travaux vers les acteurs locaux qui ont très gracieusement collaboré. Un contact pris auprès de l'Observatoire du Risque d'Inondation émanant du Conseil général du Gard permet, d'ores et déjà, d'envisager cette possibilité. Le rendu pourrait prendre la forme d'une conférence - débat ou d'une contribution sous une forme plus originale, telle que la réalisation d'un support documentaire alliant résultats de recherche et illustration par des témoignages locaux. Bien entendu, nous ne faisons là qu'effleurer quelques idées qu'il faudra discuter avec tous les acteurs potentiellement intéressés par cette initiative.

b. Organiser des espaces de concertation

Comme nous venons de le rappeler les espaces de concertation entre les acteurs de la prévention et les populations concernées sont encore, à l'heure actuelle, assez rares d'autant qu'ils ne semblent pas vraiment répondre aux attentes de la société civile. Cependant, il nous semble que ces moments de confrontation sont particulièrement utiles pour impliquer les habitants dans la gestion locale du risque de crue rapide et des crises potentielles. Ainsi, à l'exemple (cité précédemment) de la réunion organisée à l'initiative de la Principale du collège d'Aigues-Mortes, suite aux dysfonctionnements provoqués par la crue de septembre 2005, personnel enseignant, représentants de parents d'élèves et des médias, techniciens communaux et gestionnaires de crise pourraient s'impliquer conjointement dans le règlement de problèmes locaux de différentes natures. Le problème soulevé à Aigues-Mortes concernait notamment les parents indisciplinés venus récupérer leurs enfants au collège alors que la Principale avait pour ordre de les garder au sein

8. Le cycle de séminaire ThéoRisk arrivera au terme de ces objectifs le 8 octobre 2007 lors d'une séance de synthèse permettant de confronter les points de vue exprimés par les différents groupes d'acteurs (chercheurs, société civile, opérationnels, décideurs) lors des quatre précédentes séances.

de l'établissement. Ces réactions parentales auraient pu « mal tourner » non seulement pour les parents qui avaient pris le risque de se déplacer jusqu'au collège, mais aussi pour les personnes en charge de la gestion de crise qui ont dû, en plus de gérer l'urgence liée à la crue, maîtriser quelques parents révoltés contre les autorités bloquant le passage.

Il nous semble que ce genre de situation peut être évitée dès lors que les parents sont assurés de la mise en sécurité de leurs enfants. Or ce sentiment ne s'acquiert pas si facilement. Il faut qu'une véritable relation de confiance s'établisse entre les parents et les personnes en charge de leur progéniture pendant le temps scolaire. Mais il faut aussi que des assurances leur soient données sur la sécurité du lieu où seront accueillis leurs enfants et sur les bonnes conditions de leur prise en charge. Dans un objectif de prévention et de préparation, des réunions d'information, des débats et des mises en situation impliquant les différents acteurs, y compris les enfants, nous paraissent de nature à instaurer un climat de confiance réciproque. Les élèves ne doivent pas être négligés dans ces rencontres car, grâce aux téléphones portables, ils sont bien souvent les premiers demandeurs du secours de leurs parents. Ainsi, il est non seulement important de rassurer les parents et les enfants sur la sécurité de ces derniers, mais il convient aussi de convaincre les enfants que la sécurité de leurs propres parents peut être menacée par le simple fait de venir les récupérer à l'école en temps de crue !

Le même genre de rencontres pourrait aussi être organisé au sein des entreprises pour inciter chefs d'entreprises et salariés à envisager des plans d'action pour différents niveaux d'alerte hydro-météorologique. En effet, à l'heure où le marché de l'emploi est tendu, il peut paraître difficile pour certaines catégories d'employés d'envisager de ne pas se présenter à leur travail même si les conditions extérieures ne se prêtent pas aux déplacements. Ces questions doivent faire l'objet de négociations préalables dans l'intérêt de tous les protagonistes.

Enfin, à l'échelle communale, il nous semble que l'appropriation du risque par la population et, en même temps, l'adaptation d'un discours global à un contexte local puisse s'envisager de manière conjointe en rendant les résidents acteurs de leur environnement. Ainsi, pourquoi ne pas initier des réseaux d'observation citoyens chargés du suivi hydro-météorologique ou d'évaluer la vulnérabilité communale aux crues ? Ce type d'action nécessite, bien entendu, une collaboration étroite entre les responsables locaux et les têtes de réseau. Cependant, elles sont aussi un excellent moyen de rapprocher les scientifiques des populations locales en favorisant les échanges d'informations dans les deux sens. Pour les membres des réseaux citoyens, ce serait l'occasion de bénéficier de formations et d'informations d'excellent niveau pouvant même devenir professionnalisantes, et pour les chercheurs, cela constituerait un très bon moyen de collecter des données pour pallier, notamment en temps de crise, les lacunes d'enregistrement des appareils de mesures ou au manque d'observations sur les comportements en situation d'urgence.

Ces initiatives, à l'image de ce qui s'est passé dans un quartier de Remoulins⁹ lors de la crue de 2002, pourraient favoriser la mise en alerte locale avant même l'arrivée des informations officielles de la Préfecture. Dans le cas de territoires communaux coïncidant avec des bassins versants de très petites tailles, ces mesures peuvent s'avérer extrêmement salutaires. De plus, ce mode opératoire devrait permettre de mobiliser des personnes méfiantes envers les autorités, préférant prendre des décisions à partir de leur propre appréciation de l'environnement. Se voyant attribuer un rôle à responsabilité celles-ci seraient alors plus susceptibles de montrer l'exemple ! Ces réseaux citoyens peuvent se constituer à l'initiative des écoles dans le cadre des activités de sensibilisation au risque d'inondation programmées par le Conseil général.

Conclusion

Ce dernier chapitre visait deux objectifs, d'abord replacer les comportements individuels dans le contexte plus large des mesures officielles en matière d'alerte et de gestion de crise, puis proposer des pistes d'actions préventives visant à réduire les vulnérabilités mises à jour dans le cadre de cette thèse.

Pour ce faire, nous nous sommes attachés en premier lieu à cerner les facteurs de vulnérabilité institutionnelle résultant de la mise en oeuvre d'outils spécifiques destinés à gérer les mobilités individuelles et scolaires en temps de crise. Cette étape préalable nous apparaît en effet essentielle pour mieux comprendre les circonstances dans lesquelles sont prises les décisions individuelles de déplacement lors de l'imminence d'un événement météorologique majeur. Ainsi, nous avons examiné le fonctionnement de la chaîne d'alerte hydro-météorologique, de même que les outils mis en place par le service des routes de la DDE pour gérer les coupures et en informer le public, et par la cellule de crise en préfecture pour assurer la sécurité des scolaires. Ces outils présentent l'avantage majeur d'augmenter la vitesse de réaction des services concernés en facilitant l'automatisation du processus de décision et la transmission des informations à la population. Malgré cela, il ressort de notre analyse critique certains points de faiblesse essentiellement liés : (i) aux échéances de prévision et à l'incertitude spatiale et temporelle que cette prévision comporte, (ii) aux difficultés de communication créées par la longueur de la chaîne d'alerte et la multiplicité des acteurs qui la compose et enfin (iii) à la forte dépendance de ce processus de décision envers l'expérience de terrain des acteurs impliqués dans la gestion de crise.

Dans une seconde étape, nous nous sommes focalisés sur l'élaboration de propositions d'actions préventives établies sur la base des conclusions de nos recherches. Les pistes envisagées vont de l'action de sensibilisation très ciblée en termes de contenus et de publics, à des perspec-

9. Pendant la crue de 2002, les habitants du quartier de la vieille ville en bordure du Gardon se sont d'eux-mêmes mobilisés pour suivre l'évolution du cours d'eau. Leur vigilance a permis de donner l'alerte à l'équipe municipale.

tives plus larges visant à mobiliser la société civile localement. L'ensemble de ces propositions implique une réelle prise de conscience des autorités locales de la spécificité des crues rapides en matière de vulnérabilité et notamment de l'importance du facteur mobilité. Mais cela nécessite aussi un effort de la part des habitants pour reprendre en main leur propre sécurité. La mobilisation citoyenne, l'échange et le partage de savoir et de compétences entre les différents acteurs institutionnels, opérationnels, scientifiques et la société civile sont à la base des actions envisagées.

Conclusion

DANS le cadre de cette dernière partie, nous avons focalisé nos investigations sur la période de crise pour identifier les facteurs conjoncturels, géographiques et externes qui pèsent sur la prise de décision et la réponse individuelles face aux crues rapides.

Du point de vue du phénomène d'abord et de ces spécificités spatio-temporelles, nous avons cherché à déterminer, sur la base du retour d'expérience, quelles étaient les configurations les plus dangereuses en matière de vulnérabilité humaine. Nous souhaitions également comprendre quelles causes pouvaient entraîner des pratiques spatiales inadaptées dans ces circonstances. Toujours focalisée sur les réponses individuelles à la crise, mais cette fois de manière prospective, notre seconde interrogation touchait à la façon dont les populations résidentes et touristiques du Gard envisageaient de réagir à l'annonce et à l'occurrence d'événements hydro-météorologiques sévères. Pour compléter cette analyse des facteurs externes, nous avons ensuite examiné les mesures institutionnelles de gestion de l'alerte et de la crise, en concentrant notre effort sur les outils spécifiquement mis en place dans le Gard pour prévenir les problèmes de déplacements en temps de crise. Finalement, nous proposons à la fin de cette troisième partie une synthèse des résultats issus de ces analyses, ainsi que de l'étude des représentations réalisée en seconde partie de cette thèse, pour dérouler des pistes d'actions préventives adaptées aux types de vulnérabilité décelés.

En conclusion de cette partie, nous pouvons souligner l'intérêt d'une approche croisée faisant appel à la fois au retour d'expérience et à l'étude prospective ayant recours aux enquêtes quantitatives. En effet, l'analyse en retour des crues de septembre 2002 et 2005, nous a permis trois conclusions majeures en ce qui concerne la vulnérabilité spatio-temporelle.

Dans un premier temps en nous intéressant aux circonstances des décès, nous avons montré que les plus petits bassins versants, d'environ 10 km² de surface, s'avèrent les plus meurtriers et ceci pour deux raisons. D'une part parce qu'ils réagissent en moins d'une heure et de manière incessante et dispersée pendant toute la durée et sur toute la surface couverte par l'événement pluvieux. D'autre part, parce qu'ils frappent généralement par surprise des personnes dont le seul point faible est de se retrouver en déplacement au moment de la crise. En effet, au contraire des bassins versants de grande taille (> 1 000 km²), les individus affectés par ces bassins sont dans la

force de l'âge et ne font pas partie des catégories habituellement considérées comme vulnérables par la littérature.

Dans un second temps, l'examen chronologique et spatial des réactions individuelles lors de l'événement de septembre 2002, a permis de souligner l'influence des facteurs conjoncturels liés au moment de l'impact. Celui-ci conditionne le niveau de dispersion de la famille (réunie à la maison ou éloignée par les activités de chacun) mais aussi l'importance de la contrainte professionnelle en fonction du jour de la semaine ou de l'heure de la journée.

Enfin, l'analyse des outils de gestion des déplacements en temps de crise et de leur mise en pratique lors de l'événement de 2005 a fait ressortir, là encore, une vulnérabilité liée à la difficulté d'adapter la vitesse de réaction sociale à la dynamique du phénomène hydro-météorologique. Ainsi même si la mise en place de procédures facilitant l'automatisation des décisions augmente l'efficacité des actions, la célérité du processus allant jusqu'à l'exécution des mesures, notamment dans le cadre du Plan d'Organisation des Transports et Etablissements Scolaires, restent largement conditionnée par :

- l'incertitude spatio-temporelle liée aux prévisions hydro-météorologiques,
- la multiplicité des acteurs impliqués dans la gestion des affaires scolaires, la diversité de leurs problématiques respectives et leur manque de concertation,
- la longueur de la chaîne de transmission de l'information et l'incompressibilité temporelle qui en résulte,
- le niveau d'expérience, de préparation et de maîtrise du terrain des différents acteurs impliqués.

Les dysfonctionnements potentiels à ce niveau peuvent avoir un effet notable en ce qui concerne les mobilités, notamment en précipitant les parents d'élèves sur les routes dans l'objectif de récupérer leurs enfants à l'école.

Cette dernière remarque nous amène directement aux conclusions de l'analyse prospective quantitative qui a permis de cerner les attitudes des résidents et des touristes face aux crues ainsi que les principales contraintes qui peuvent limiter leurs actions de protection en temps de crise. En ce qui concerne les résidents, le problème posé par les parents d'élèves est loin d'être négligeable puisque plus de la moitié d'entre eux préfèrent prendre le risque d'aller chercher leurs enfants plutôt que de faire confiance aux autorités qui en ont la charge. Pour poursuivre avec les facteurs contraignant l'action, outre le besoin de confirmer l'information déjà mis en évidence par de nombreuses recherches sur les réactions d'évacuation (Perry, 1994; Mileti, 1995), nous avons par ailleurs montré l'influence des contraintes professionnelles sur les choix en matière de déplacement. Ainsi, il ressort de nos analyses une tendance des professions à responsabilités telles que les cadres et professions intellectuelles et les professions intermédiaires à être à la fois plus réticents à annuler leurs déplacements et plus enclins à poursuivre leurs trajets malgré les

conditions extérieures défavorables.

Enfin, si l'on ne peut pas véritablement parler de validation de ces conclusions par l'analyse post-événementielle, principalement faute de représentativité statistique, nous pouvons néanmoins constater une proximité importante entre comportements déclarés et la reconstitution que nous avons fait des comportements lors de l'événement de 2002. Les comportements déclarés apparaissent assez logiquement comme plus prudents. Dans les deux cas, cependant le maintien des pratiques spatiales quotidiennes semble constituer pour les actifs une priorité ou un réflexe difficile à remettre en cause tant que l'incertitude sur le risque encouru demeure. Cette conclusion appelle à réfléchir à l'utilisation et à la signification du niveau de vigilance orange de Météo France. En effet, celui-ci n'est pas interprété par la population comme l'annonce d'un danger vital bien qu'il corresponde pourtant à un risque réel pour toutes personnes dont les itinéraires de déplacement croisent des petits bassins extrêmement rapides. Améliorer les réponses individuelles pour un niveau de vigilance orange nécessite donc, soit de convaincre le public du danger réel que cela représente et de l'intérêt de ne pas se déplacer dans ces conditions, soit de les aider à évaluer les hauteurs d'eau dangereuses sur la route et à se diriger vers un point haut le cas échéant.

—

Conclusion générale

DANS le cadre de cette recherche, notre objectif principal était de comprendre, dans un but préventif, les comportements inadaptés associés à l'occurrence de crues rapides en concentrant notre effort sur le problème des pratiques de mobilité en temps de crise. Deux types d'observations ont suscité notre curiosité dans ce domaine. D'abord les chiffres de mortalité indiquent que les crues rapides figurent parmi les phénomènes les plus meurtriers au regard de leur faible extension spatiale, et que le taux de mortalité ne décroît pas avec le niveau de développement des sociétés (Jonkman, 2005). Ensuite, les études de cas portant spécifiquement sur les circonstances des décès soulignent que près de la moitié des décès recensés dans ces circonstances (voire plus aux États-Unis) est imputable à des déplacements effectués dans le temps de la crise. La plupart de ces décès est liée à une prise de risque inutile (French *et al.*, 1983 ; Mooney, 1983 ; Duclos *et al.*, 1991 ; Staes *et al.*, 1994 ; Coates, 1999 ; Hammer et Schmidlin, 2001 ; Antoine *et al.*, 2001 ; Lescure, 2004 ; Jonkman et Kelman, 2005). Certains auteurs notent par ailleurs qu'une partie des déplacements pouvant être qualifiés de dangereux en temps de crise reposent sur des pratiques spatiales quotidiennes (Coates, 1999 ; Ruin, 2003 ; Ruin et Lutoff, 2004).

L'approche compréhensive que nous avons choisie fait appel au concept de vulnérabilité sociale et aux méthodes d'analyse qui lui sont liées. Cette approche développée par D'Ercole (1991) vise à prévoir la capacité de réponse des individus à une menace imminente sur la base de l'analyse des facteurs de vulnérabilité qui peuvent être endogènes (propres à l'individu), exogènes (propres à son environnement physique et social) et/ou géographiques et conjoncturels (régis par le moment et le lieu de l'impact). Forts des théories comportementales concernant les processus de décision et les réactions individuelles en situation d'urgence et compte-tenu des particularités du phénomène de crues rapides, nous avons fait l'hypothèse que les comportements inadaptés pouvaient avoir plusieurs origines :

- une difficulté à se représenter les implications spatio-temporelles des crues rapides dans son environnement quotidien et à évaluer le risque que ce phénomène représente pour soi,
- une méconnaissance des moyens de s'en protéger,
- la présence de contraintes d'ordre social ou technique pouvant inhiber ou freiner la mise en oeuvre d'action de protection en temps de crise.

Afin de s'atteler au problème spécifique posé par ce type de phénomène soudain et violent qui a tendance à surprendre les automobilistes dans leurs déplacements quotidiens, nous avons émis deux hypothèses complémentaires. Dans la première nous supposons que la persistance des pratiques spatiales quotidiennes pendant le temps de la crise comme la conséquence des représentations individuelles non conformes à la réalité du risque encouru sur la route. La seconde hypothèse considère cette persistance des pratiques comme une priorité donnée aux contraintes de la vie quotidienne plutôt qu'à la prise en compte d'un événement exceptionnel et incertain.

Pour tester ces hypothèses, nous avons mis en place un protocole d'enquête basé sur deux types d'approches : l'une rétrospective faisant appel au retour d'expérience sur deux événements

majeurs ayant frappés le Gard en 2002 et 2005, et l'autre prospective utilisant le support de 1228 enquêtes par questionnaires et 200 enquêtes par cartes mentales.

Il ne s'agit pas dans cette conclusion, de revenir sur les résultats principaux de ces enquêtes déjà évoqués dans la seconde moitié du chapitre 7. Nous préférons revenir ici sur trois aspects de notre travail avant d'envisager de nouvelles perspectives de recherche. En premier lieu, nous proposons de replacer nos conclusions dans le contexte plus général des recherches portant sur le risque de crues rapides afin d'en dégager les apports principaux. Dans un second temps, nous tâcherons de prendre du recul sur nos résultats afin de les confronter aux théories actuelles en matière de vulnérabilité sociale. Enfin, nous ferons le bilan critique de nos méthodes. L'ensemble de ces réflexions nous permettra finalement de proposer de nouvelles perspectives en matière de recherches.

Les pratiques de mobilité : nouveau facteur de vulnérabilité aux crues rapides

Dans le but de replacer nos conclusions dans le contexte plus général de la recherche sur les crues rapides, nous proposons de comparer nos résultats avec plusieurs études menées, soit dans un contexte de retours d'expériences (Gruntfest, 1977 ; Duclos *et al.*, 1991 ; Staes *et al.*, 1994 ; Coates, 1999 ; Hammer et Schmidlin, 2001 ; Jonkman et Kelman, 2005), soit dans le cadre d'enquêtes prospectives (Brilly et Polic, 2005 ; Drobot *et al.*, 2007 ; Gruntfest *et al.*, 2007 ; Knocke et Kolivras, 2007). Cela nous permettra de voir de quelle manière nos apports peuvent en partie répondre aux besoins exprimés lors de la dernière rencontre qui a réuni, en 1999, à Ravello, les experts de ce domaine (Gruntfest et Handmer, 2001 ; Montz et Gruntfest, 2002).

Comme nous l'avons vu au chapitre 1, les études de cas faisant état des résultats d'investigations post-événementielles ont mis en évidence l'âge et le sexe comme facteur de vulnérabilité majeur. Les plus jeunes (< 25 ans) sont plus souvent frappés en situation de mobilité alors que les plus âgés (> 60 ans) paraissent plus vulnérables sur leur lieu de résidence. Si nous sommes arrivés à la même conclusion en ce qui concerne les personnes âgées sur leur lieu de résidence lors de notre analyse des décès de la crue de 2002, nous n'avons pas constaté de plus forte mortalité parmi la tranche d'âge la plus jeune lors de cet événement. Dans notre cas, la tranche d'âge la plus concernée en matière de déplacement dangereux concerne la catégorie intermédiaire située autour de 40 ans. Cependant comme nous l'avons précisé, vu la taille de l'échantillon qui a permis le retour d'expérience, ces chiffres ne peuvent pas être considérés comme représentatifs.

Ce qui l'est en revanche ce sont les résultats issus de nos enquêtes par questionnaires. Or ceux-ci indiquent eux aussi une plus forte vulnérabilité des catégories d'âge extrêmes. Il semble

donc que sur ce point, approches rétrospective et prospective aboutissent aux mêmes conclusions. Cependant, l'intérêt de notre approche compréhensive prend ici toute sa mesure puisqu'elle permet par ailleurs de comprendre les sources de cette vulnérabilité démographique. En effet, notre étude révèle que les plus âgés souffrent d'une difficulté à se représenter le danger sur leur lieu de résidence et ils sont de ce fait plus réticents à évacuer. Les plus jeunes s'exposent à la fois par une difficulté à se représenter le danger notamment au volant de leur véhicule, et par un manque de connaissance ou de prise en compte des réflexes de protection à adopter en matière de déplacement. Pour cette classe d'âge, deux études américaines portant spécifiquement sur la perception des crues rapides concluent au même déficit de conscience du danger relatif aux crues (Drobot *et al.*, 2007 ; Knocke et Kolivras, 2007). Les travaux de Drobot *et al.* (2007) vont même jusqu'à montrer, sur la base de comportements déclarés, que les jeunes conducteurs (18-35 ans) sont les plus nombreux à se dire prêt à emprunter des routes inondées.

En ce qui concerne l'influence du sexe en matière de vulnérabilité, là encore nos résultats coïncident bien avec les études sur le sujet (Coates, 1999). En effet, notre étude des circonstances des décès de 2002, fait apparaître plus de victimes masculines parmi les accidents causés par des déplacements. Cette observation est complétée par le traitement des enquêtes montrant la tendance des hommes à la méfiance vis-à-vis des consignes officielles et à une confiance marqué en leurs propres capacités.

Enfin, le rôle de l'expérience des crues apparaît comme un facteur de vulnérabilité plus discuté. Pour Drobot *et al.* (2007) et Knocke et Kolivras (2007), son influence n'est pas systématique, cela dépend du contexte géographique et du degré d'expérience (ce qui ne paraît pas antinomique). Dans notre cas, l'expérience semble jouer un rôle en matière de représentation de l'exposition et de la perception du danger, comme le montre aussi Brilly et Polic (2005). D'un autre côté, comme cet auteur, il faut souligner que nous n'avons trouvé aucune relation entre expérience et comportements déclarés.

Les études soulignent ensuite l'importance des décès associés à une prise de risque inutile (traversée de portion de routes inondées, passage sur des ponts enjambant des rivières en crue, curiosité liée à l'événement ou tentative imprudente de sauvetages de biens ou d'animaux). Non seulement nous avons pu faire le même type de constatation par le biais du retour d'expérience, mais nos enquêtes prospectives ont par ailleurs permis de mettre en avant le problème de représentation du risque associé à l'utilisation du réseau routier, la faible conscience du danger de circuler sur un pont au dessus d'une rivière en crue constituant l'un des problèmes identifiés. Nos enquêtes ont aussi permis de quantifier ce genre de réactions potentiellement imprudentes et d'identifier le profil des individus les plus concernés au sein de la population gardoise.

Parmi les études qui se sont plus spécifiquement intéressées au problème de déplacements en temps de crise (Staes *et al.*, 1994 ; Drobot *et al.*, 2007 ; Knocke et Kolivras, 2007), il est intéressant

et rassurant de constater la proximité de nos conclusions. Knocke et Kolivras (2007), ont par exemple posé les mêmes questions que nous concernant les hauteurs d'eau critiques pour une voiture ou un piéton. Comme nous, ils ont constaté une forte sous-estimation du danger en ce qui concerne la voiture. De même, les travaux de Drobot *et al.* (2007) montrent comme les nôtres, une relation entre la représentation du niveau de danger annoncé par les alertes hydro-météorologiques ou la conscience du danger de se déplacer en voiture et la propension à conduire sur des routes inondées.

Enfin, nous pouvons aussi comparer les résultats de notre analyse en retour concernant les circonstances des décès lors de la crue de 2002, avec l'étude menée par Staes *et al.* (1994) sur un événement ayant fait 23 morts à Puerto-Rico. Dans ce cas comme dans celui du Gard, plusieurs décès, notamment dans les petits bassins versants à réaction rapide, sont survenus avant le niveau d'alerte météorologique maximal (20 à Puerto-Rico pour « seulement » 3 répertoriés dans le Gard¹⁰). De plus, les deux études montrent clairement que le délai très réduit entre les pluies et le pic de crue nécessite de focaliser les actions de prévention sur cet intervalle de temps qui est généralement celui désigné par le niveau de vigilance orange (*flood watch* aux États-Unis) précédent le niveau d'alerte maximal. Qui plus est, les résultats de nos enquêtes montrent que c'est bien ce niveau intermédiaire qui pose un problème en matière de représentations et de comportements ; celui-ci n'étant pas considéré par les populations comme annonçant un réel danger.

Nous avons choisi de nous focaliser sur le problème très spécifique de la vulnérabilité des populations dans leurs comportements face à la crise, et cela sans même se préoccuper de leurs réactions en ce qui concerne les biens matériels. Ce choix peut paraître réducteur ; néanmoins il vient combler un manque en matière de recherche qui avait été identifié par la communauté scientifique lors du meeting de Ravello dédié aux problèmes posés par les crues à dynamique rapide. Pour conclure, nous pouvons dire que nos travaux ont approfondi un domaine de recherche qui n'a été jusqu'à présent étudié que par « petites touches », à savoir la relation entre pratiques de mobilité et vulnérabilité aux crues rapides. En effet, si tous les auteurs cités dans cette section ont contribué à caractériser la vulnérabilité aux crues à dynamique rapide et que nombre d'entre eux ont souligné le problème posé par l'utilisation d'un véhicule en temps de crise, aucun de ces travaux n'a véritablement exploré en profondeur l'origine du problème. L'intérêt de notre recherche est bien là, dans l'intégration de l'ensemble des éléments du puzzle. Ainsi, comme Drobot *et al.* (2007) ; Knocke et Kolivras (2007) nous avons montré que la représentation du danger était faussée par le sentiment de sécurité qu'éprouvait le conducteur dans son véhicule. Cependant, en utilisant le support des cartes mentales, nous avons par ailleurs pu constater que la représentation spatiale du niveau d'exposition sur la route pouvait aussi constituer un facteur de vulnérabilité. En effet, les modalités de pratique de la route sont différentes de celles du secteur de résidence ou de

10. La difficulté de connaître l'heure exacte des décès, de même que l'occurrence de l'événement le dimanche sont probablement une explication à ce chiffre

travail. Enfin, nous avons identifié une raison supplémentaire pour considérer la mobilité comme un facteur essentiel de vulnérabilité aux crues rapides. Les mobilités quotidiennes suscitées par la nécessité de se rendre au travail, ou d'aller chercher ses enfants à l'école, sont de nature à devenir une contrainte capable d'empêcher l'action de protection en temps de crise. Finalement, il s'est avéré que chacune de ces faiblesses associées aux pratiques de mobilité a pu être expliquée en partie par des indicateurs sociaux et de cadre de vie (âge, sexe, expérience) habituellement mis en avant par les études basées sur le retour d'expérience. En plus de ces indicateurs « classiques » en matière de vulnérabilité, nous avons aussi révélé l'influence de la profession mais pas tant comme indicateur de classe sociale que comme indicateur d'un rapport à la mobilité.

Il nous semble par ailleurs que la variété des méthodes de recueil de données employées (retour d'expérience, enquêtes quantitatives et qualitatives, cartes mentales), de même que la diversité des angles d'approches considérés (approches sociale mais aussi physique avec l'étude des circonstances hydro-météorologiques des décès) a été particulièrement bénéfique pour aboutir à cette approche holistique prônée par les participants au meeting de Ravello (Gruntfest et Handmer, 2001).

Vulnérabilité aux crues rapides : entre représentations et contraintes du quotidien

Nous souhaitons revenir ici sur le concept de vulnérabilité sociale et les apports de notre recherche vis-à-vis de celui-ci.

Nous avons évoqué au chapitre 1, les deux grands paradigmes qui partagent actuellement la communauté scientifique internationale s'intéressant aux questions de vulnérabilité sociale. Le premier, qualifié de « *behavioriste* » et décrit par l'ouvrage de Burton *et al.* (1978), a longtemps influencé les politiques et institutions internationales. Il fait la part belle à l'aléa, phénomène naturel extrême, qui selon cette théorie conditionne les choix d'adaptation des individus et des sociétés menacées, par le biais des perceptions qu'il suscite. Le second paradigme prôné par les tenants de l'approche « *radicale* » envisage la catastrophe (O'Keefe *et al.*, 1976 ; Hewitt, 1983 ; Wisner, 1993 ; Cannon, 1994 ; Wisner *et al.*, 2004) comme le révélateur des contraintes de la vie quotidienne telles que l'accès aux ressources. Cette seconde approche s'avère particulièrement appropriée pour comprendre l'iniquité par rapport au risque et notamment expliquer la vulnérabilité des pays du sud ou des populations marginalisées des pays industrialisés. Elle a par ailleurs permis de mettre en évidence un certain nombre d'indicateurs de vulnérabilité tels que la classe sociale, le sexe, l'âge, l'ethnie, le handicap qui peuvent être facteurs de marginalisation sociale (Wisner, 1993). Cependant, nous pouvons nous poser la question de l'intérêt de ce genre d'approche pour l'analyse

de la vulnérabilité des comportements associés à l'occurrence d'épisode hydro-météorologique qui peuvent toucher les personnes en déplacement en tout point du territoire.

Dans le cadre de ce travail de recherche, nous avons choisi de construire une méthode tenant compte des deux approches en nous intéressant aussi bien au phénomène et aux représentations qu'il suscite au quotidien qu'aux contraintes sociales qui peuvent prendre le pas sur l'exceptionnel d'une situation de crise. Nous avons par ailleurs cherché à comprendre les causes de la vulnérabilité des comportements en testant les indicateurs de vulnérabilité individuelle répertoriés dans la littérature. Finalement, il ressort de notre analyse que ces deux approches ne doivent pas forcément s'opposer l'une à l'autre. En effet, dans le cas des crues rapides dans le Gard, les contraintes routinières nous semblent aussi importantes à prendre en compte que les représentations du phénomène. En effet, si les premières semblent être de nature à dicter certaines décisions au moment de la crise, les secondes paraissent extrêmement utiles pour adapter celles-ci aux contraintes extérieures. Cependant, il ne faut pas négliger le fait que les représentations du phénomène ne sont pas seulement liées à l'expérience de celui-ci, qu'elle soit directe ou indirecte, mais qu'elles sont surtout le fruit d'une modalité de pratique quotidienne de l'environnement, en dehors de toute circonstance extrême. En ce sens, nos conclusions se rapprochent de la théorie radicale en mettant plutôt l'accent sur la prise en compte du quotidien comme moyen de gérer l'exceptionnel.

Enfin, s'attachant aux indicateurs de vulnérabilité, nous pouvons souligner que dans le cas de la vulnérabilité des pratiques spatiales aux crues rapides, les indicateurs habituellement utilisés dans les études de vulnérabilité ne s'avèrent pas toujours pertinents. En effet, si les personnes âgées et dans une moindre mesure les touristes non francophones peuvent être considérés comme des personnes marginalisées ou du moins plus isolées socialement, il n'en est pas de même des autres indicateurs qui sont, eux, signes de vulnérabilité en matière de déplacement (hommes, jeunes de moins de 25 ans, actifs usagers du réseau routier...). Nous pouvons en conclure que les indicateurs de vulnérabilité ne doivent en aucun cas être appliqués à un territoire ou à un domaine de la vulnérabilité particulier sans être au préalable testés par une approche contextuelle des sources du problème. De même, il faut être prudent dans leur maniement dans le temps, les sources de vulnérabilité pouvant évoluer plus ou moins rapidement. Ainsi nous pouvons conclure notre propos avec une citation de Wisner (1993) : « *Disaster mitigation requires a focus on causation, on process, rather than simple or even complex correlation. Thus for purposes of assessing disaster vulnerability one is interested not on women per se, even low income, monority women, but what is happening to them, that is : what they are doing in a given situation.* »

Bilan critique de nos méthodes

Dès le départ de cette recherche et dans le cadre de notre partenariat avec la fondation MAIF, nous avons pour ambition de « *développer une méthode de diagnostic et d'observation de la vulnérabilité de territoires confrontés aux phénomènes de crues rapides* » et en particulier de proposer « *des outils d'aide à la gestion de crise utiles pour gérer les déplacements dans ces conditions* ». Par rapport à cet objectif de départ, nous pouvons dire que nous n'avons que partiellement répondu aux attentes¹¹. En effet, il apparaît clairement que la méthode développée ne traite pas réellement de la vulnérabilité d'un territoire mais plutôt de celle des populations confrontées à un danger mortel. Ainsi, nous avons volontairement mis sous silence ce qui touche à la vulnérabilité des activités économiques, du patrimoine, de l'environnement, ou du fonctionnement global du système.

En ce qui concerne les outils d'aide à la gestion de crise que nous avons initialement envisagés, cela s'est avéré un objectif bien ambitieux. En effet, du fait de la nouveauté de la question (le rapport entre pratiques spatiales individuelles et vulnérabilité aux crues), « défrichée » dans le cadre de cette thèse, l'élaboration d'outils opérationnels nous est rapidement apparu comme prématurée. Cet objectif nécessite au préalable une bonne compréhension du problème. C'est plutôt en ce sens que notre contribution apparaît la plus utile. En effet, la recherche de l'origine de la vulnérabilité des pratiques de mobilité a recueilli toute notre attention et monopolisé toute notre énergie. Dans le cadre de l'enquête principale, nous avons recueilli de nombreuses données sur les mobilités professionnelles et familiales qu'il était prévu d'exploiter, au moyen d'un SIG, pour proposer aux décideurs une cartographie dynamique dans le temps de la crise des flux de population prévisibles. Cet objectif a dû être reconsidéré, d'une part parce que les outils de cartographie 3D (intégrant l'aspect temporel) n'en sont qu'à leur début ; d'autre part, parce qu'une analyse fine des mobilités nécessite une énorme quantité de données, extrêmement précises, faisant appel à de lourdes enquêtes. C'est l'objet des recherches scientifiques relevant du courant de la géographie temporelle dite *Time Geography*. Pour palier cette limite que nous avons fait appel à la cartographie mentale et adapté cette technique à la nécessité de rendre les données ainsi recueillies compatibles avec les outils et données actuellement utilisées par les gestionnaires de la route dans le Gard. Néanmoins, il est clair que les apports de la *Time Geography* dans ce domaine de recherche sont à envisager sérieusement et nous tâcherons d'esquisser les pistes de ce qui pourrait être fait dans la section suivante consacrée aux perspectives de recherche.

Enfin, si nous pouvons nous targuer d'avoir employé une grande variété de méthodes avec des angles d'approche très différents, on peut aussi nous le reprocher. En effet, ce déploiement d'outils et de techniques ne va ni dans le sens de la simplicité, ni dans celui de la reproductibilité d'une telle étude. Ainsi, si nous avons dès le départ affiché un objectif d'opérationnel,

11. Qui ont été réévaluées au fur et à mesure de la progression de nos travaux en collaboration avec le financeur (la fondation MAIF)

il faut bien reconnaître que nos méthodes le sont beaucoup moins que nos résultats. En effet, cette recherche a nécessité trois enquêtes quantitatives différentes très consommatrices de temps et de ressources humaines. Nous avons aussi « bénéficié » de l'occurrence de deux épisodes de crise très rapprochés, le dernier ayant même permis, par chance, la mise en place d'une observation *in situ*. Enfin, nous avons eu l'opportunité de disposer d'un large panel de données hydro-météorologiques grâce à notre collaboration avec l'Observatoire Hydro-Météorologique Cévennes-Vivarais (OHM-CV). La question se pose donc de savoir comment rendre ce genre d'étude plus facilement reproductible dans le temps et dans l'espace. Peut-on effectuer un tri dans les méthodes utilisées et proposer un *modus operandi* simplifié permettant d'aboutir à des résultats à la fois approfondis et opérationnels ?

Il semble en effet que certaines enquêtes auraient pu être réduites à un document plus simple. C'est le cas notamment des deux enquêtes par questionnaires pour lesquelles nous avons cherché à recueillir des informations en matière de mobilité qui s'avèrent cependant insuffisantes pour permettre une exploitation approfondie. Au contraire, l'enquête par carte mentale, combinant le support cartographique et le questionnaire a été indispensable à la mise à jour des représentations du risque sur la route. De plus elle s'est révélée assez facilement exploitable grâce à l'outil SIG. En effet, comme nous l'avons déjà souligné l'analyse de la vulnérabilité des comportements aux crues rapides ne peut en aucun cas se baser uniquement sur l'études des réactions sur le lieu de résidence. Les facteurs de vulnérabilité et les publics concernés sont différents dans les deux cas. Fort de cette constatation, l'outil « carte mentale » apparaît extrêmement utile et gagne à être plus largement employé. De plus, cet outil possède de grandes potentialités opérationnelles car en contribuant à la compréhension des pratiques spatiales, il contribue de même à faire évoluer les pratiques d'aménagement, qui elles-mêmes participent à la construction des schémas mentaux moteurs du renouvellement des pratiques de l'espace. Pour en revenir aux modes de recueil de données dans le cadre d'un diagnostic de vulnérabilité tel que nous l'avons réalisé dans cette thèse, un seul support d'enquête peut suffire. Ce support d'enquête pourrait être composé d'un questionnaire simplifié (focalisé sur les représentations et les comportements dans divers circonstances) et d'un support de recueil des images mentales.

En ce qui concerne, l'enquête qualitative par interview et la collecte de données réalisées dans le cadre des retours d'expériences, ces méthodes paraissent indispensables pour garder la trace des événements passés et permettre d'en faire bénéficier la recherche en science sociale ou physique. À ce titre ces méthodes devraient être développées, standardisées et systématisées à l'échelle nationale voire mondiale. C'est une solution que nous envisagerons dans la section suivante.

Perspectives de recherche

En matière de recherche, nous détaillerons trois types d'actions pouvant être menées à court, moyen et long termes. À court terme et sur la base des résultats de notre étude de vulnérabilité, il s'agit d'évaluer de manière ponctuelle les mesures de mitigation mises en oeuvre à l'échelle communale. À moyen terme et au regard de la difficulté de disposer de données fiables en matière de vulnérabilité lors d'un événement majeur, nous envisageons de développer une méthode de retour d'expérience pour la collecte normalisée de ce type de données. Enfin, à long terme, nous souhaitons développer, à l'image de ce qui est fait par l'Observatoire Hydro-Météorologique Cévennes-Vivarais, une observation de la vulnérabilité sociale sur la durée.

Évaluer la pertinence des mesures de prévention

Lors de nos différentes enquêtes, et en particulier de l'enquête par carte mentale utilisant un échantillon spatialement représentatif, nous avons constaté des différences de résultats notables entre les différents secteurs enquêtés. Ainsi, les habitants des deux zones urbaines de Nîmes et Alès semblent se comporter à l'opposé l'un de l'autre. Les habitants de la zone urbaine de Nîmes, au contraire de ceux d'Alès, affichent une connaissance faible des vitesses de montée des petits cours d'eau. Il en est de même des moyens de protection pour lesquels les habitants de la zone urbaine d'Alès détiennent la meilleure connaissance. Sur le plan de la représentation du risque sur les routes, les nîmois sont aussi les plus nombreux soit à sous-estimer le danger, soit à le surestimer contrairement aux résidents du secteur alésien qui recueillent, là encore, les meilleurs résultats. Ce constat suscite notre curiosité et l'envie d'approfondir la question. Ces résultats sont-ils le fruit d'une approche du risque différente se traduisant dans les politiques locales ? Quel contexte ou mesures spécifiques peuvent expliquer ces différences d'appréciation et de connaissance ? Peut-on trouver une part d'explication dans les caractéristiques de la vulnérabilité physique du réseau routier, telles que la fréquence des coupures ou les caractéristiques de ces coupures ? Il semble que les réponses à ces questions pourraient être d'une grande utilité pour caractériser l'efficacité de certaines mesures de prévention. Les résultats de nos enquêtes ne sont valables que pour un laps de temps restreint puisque la vulnérabilité sociale fluctue avec le contexte politique, économique, l'évolution des populations, les mesures de prévention mises en oeuvre et l'occurrence de nouveaux événements naturels. Il nous semble donc important de proposer rapidement, en partenariat avec les collectivités locales concernées, une recherche ciblée sur ces questions afin de pouvoir profiter du bénéfice de nos récentes enquêtes.

Développer une méthode de retour d'expérience sur la vulnérabilité sociale

Dans le cadre de ce travail de thèse, nous nous sommes attachés à collecter des données sur les circonstances des accidents lors de la crue de 2002 dans le Gard. Cette opération s'est avérée laborieuse pour une précision et une qualité d'information plutôt moyennes. En effet, durant l'événement, les différents services impliqués dans la gestion de crise (préfecture, sécurité civile, forces de l'ordre...) ont l'habitude de tenir des mains courantes de toutes les actions réalisées, les sauvetages et signalements d'accidents graves. Cependant, ces documents, réalisés dans l'urgence, sont extrêmement synthétiques et ne renseignent que le minimum requis dans le cadre des missions respectives des différents services. Par ailleurs, depuis les crues de l'Aude de 1999, des missions de retour d'expérience sont conduites après chaque événement majeur pour mieux en comprendre les circonstances et les dysfonctionnements ou lacunes observés en termes structurel et fonctionnel. Les méthodes de recueil de données commencent à se structurer notamment en ce qui concerne l'aléa. Par contre, les conséquences sociales et humaines ne restent que très partiellement documentées.

Dans ce domaine, les rapports des missions de retour d'expérience font surtout état des conséquences économiques. Ils s'intéressent à l'information préventive, aux mesures en matière d'aménagement du territoire et d'urbanisme et aux ouvrages de protection afin de proposer des améliorations sur la base des problèmes mis à jour. Les comportements individuels pendant les crises ne sont quasiment pas pris en considération et les circonstances des accidents corporels ne sont examinées par la justice que dans le cas de circonstances suspectes. Ainsi, si les scientifiques qui intéressent aux phénomènes hydro-météorologiques disposent d'une grande quantité de données de bonne qualité pour développer leurs recherches, il n'en est pas de même pour les chercheurs en sciences sociales. À l'instar des méthodes de recueil de données développées en sciences dures, nous pensons qu'il est indispensable de développer des méthodes de retour d'expérience, normalisées à l'échelle internationale, portant sur la vulnérabilité sociale. Ce besoin a déjà été souligné par de nombreuses recherches préalables portant sur les circonstances des décès lors d'inondation (Jonkman et Kelman, 2005 ; Jonkman, 2005). De plus, selon Scarwell et Laganier (2004) le retour d'expérience présente l'avantage d'améliorer la capacité d'anticipation et de veille en constituant des « espaces de mémoire » favorisant l'expression des différentes parties concernées par les événements : acteurs locaux mais aussi populations résidentes qui trouvent là une occasion d'exprimer leur désarroi

Il s'agirait dans un premier temps de s'entendre sur les besoins en termes de données (catégories, précision et niveau de confiance dans les sources...), puis de favoriser la collaboration des équipes de recherche avec les différents organismes chargés de gérer l'urgence et ses conséquences sociales pour organiser de manière systématique une collecte de données adaptée aux

besoins. Enfin, à l'image de ce qui se fait presque systématiquement pour l'aléa, il paraît capital de pouvoir généraliser les missions de retour d'expérience portant sur l'aspect social des catastrophes. Dépassant l'aspect ponctuel des initiatives actuelles dans ce domaine, cela permettrait en outre d'élaborer une grille d'analyse standard utilisable à l'échelle internationale et permettant de renseigner une base de données mondiale.

Observer les comportements en temps réels

Notre étude de la vulnérabilité sociale repose sur une évaluation *a priori* des trois principaux facteurs qui selon nous influencent les décisions de mobilité en temps de crise : la perception du risque, la connaissance des moyens de protection et les contraintes techniques et sociales pouvant freiner l'action. Notre évaluation de ces différents facteurs se base sur des enquêtes quantitatives et qualitatives et utilise donc les déclarations des individus. Les réponses obtenues sont relativement décontextualisées car elles dépendent de l'idée qu'ils se font des situations que nous leur proposons. Une des plus grosses difficultés réside précisément dans l'évaluation de la situation, d'autant que dans le cas de crue rapide celle-ci peut évoluer extrêmement rapidement. En effet, une même décision peut s'avérer bonne à un instant donné puis inadaptée cinq minutes plus tard. La qualité de la décision dépend donc de son adéquation temporelle avec la dynamique du phénomène, mais aussi de sa compatibilité avec le contexte géographique. Par exemple, surveiller l'évolution du cours d'eau peut s'avérer efficace dans le cas d'une rivière importante dont le temps de montée est de plusieurs heures, mais extrêmement dangereux pour des ruisseaux de petites tailles réagissant en moins d'une heure. Ainsi, face à une réelle situation d'urgence survenant dans un environnement méconnu, situation fréquente lors de déplacements, les réactions peuvent s'avérer bien différentes des réactions déclarées. Les facteurs conjoncturels et géographiques peuvent ainsi être de nature à contraindre la réponse individuelle. Il nous semble donc que l'observation directe du comportement des automobilistes dans diverses conditions pluviométriques et pour des niveaux d'inondation de chaussée variables puisse apporter de nombreux éléments à la compréhension des comportements en temps de crise. Cette méthode semble particulièrement utile pour étudier le lien entre circonstances environnementales et comportements. Cependant la mise en oeuvre de l'observation directe ne peut être une fin en soi : elle présente des difficultés de mise en oeuvre et de traitement de l'information sur le long terme, des problèmes éthiques et il est impossible de multiplier indéfiniment le nombre de sites d'observation. Cette phase de recueil de données doit venir compléter les méthodes utilisées jusqu'à présent. Elle pourrait permettre notamment de mesurer l'incertitude associée à l'utilisation des méthodes d'enquêtes classiques basées sur les comportements déclarés.

Plusieurs méthodes d'observation peuvent être envisagées : l'utilisation de moyens vidéo déjà existants sur certains axes routiers, le suivi des mobilités d'un échantillon d'individus volontaires

par le biais de carnet de bord et d'enregistrements des trajectoires par GPS ou l'utilisation de réseaux d'observateurs citoyens locaux... Il convient dans un premier temps d'inventorier les différentes méthodes utilisables avant d'en analyser les avantages et inconvénients : types de données fournies, qualité des données, contraintes de mise en oeuvre... Il s'agit enfin de choisir les modes d'observation les plus adaptés aux besoins et d'évaluer la faisabilité d'une telle collecte de données à l'échelle mondiale. En complément, une grille de collecte et d'analyse des données devra être élaborée dans l'objectif de créer une base de données utilisable par la communauté scientifique internationale.

Enfin, pour conclure cette thèse et dans la perspective de futures recherches, il nous semble important de souligner ici l'intérêt d'une approche non seulement interdisciplinaire mais aussi internationale dans un objectif d'intégration des différentes échelles locales et globales, et des regards disciplinaires variés. À ce titre une initiative intéressante mérite d'être promue. Portant le nom de *WAS*IS : Weather & Society Integrated Studies*¹², cette initiative vise à promouvoir une approche interdisciplinaire des relations entre phénomènes météorologiques, climat et sociétés. Si l'on se réfère à la vitesse de développement de ce réseau rassemblant scientifiques, opérationnels, décideurs et institutionnels, nous pouvons imaginer que d'ici peu de temps ce seront les approches « non intégrées » qui feront figures d'exception.

12. <http://www.sip.ucar.edu/wasis/objectives.jsp>

Bibliographie

- S. R. ABT, R. J. WITTLER, A. TAYLOR ET D. J. LOVE,
« Human stability in a high flood hazard zone. », *Water Resources Bulletin*, vol. 25, n° 4, p. 881–890, 1989.
- S. C. AITKEN, S. L. CUTTER, K. E. FOOTE ET J. L. SELL,
« Environmental perception and behavioral geography »,
Dans *Geography in America*, C. WILMOTT ET G. GAILLE (coordinateurs), p. 218–238, London, Merrill, 1989.
- D. ALEXANDER,
« Cognitive mapping as an emergency management training exercise », *Journal of Contingencies and Crisis Management*, vol. 12, n° 4, p. 150–159, 2004.
- J.-D. ANQUETIN, S., G. DELRIEU, V. DUCROCQ, E. GAUME ET I. RUIN (coordinateurs),
Increasing the forecasting lead-time of Weather Driven Flash-floods, Grenoble, 2004.
- J.-M. ANTOINE, B. DESAILLY ET F. GAZELLE,
« Les crues meurtrières, du roussillon aux cévennes », *Annales de Géographie*, vol. 622, p. 597–623, 2001.
- G. ARNAUD-FASSETTA, G. BELTRANDO, M. FORT ET A. PLET,
« La catastrophe hydrologique de novembre 1999 dans le bassin-versant de l'argent double (aude, france) : de l'aléa pluviométrique à la gestion des risques pluviaux et fluviaux. », *Géomorphologie : relief, processus, environnement*, vol. 1, p. 17–34, 2002.
- J. ASTIER ET M. DESBORDES,
« Cahier des charges du programme de prévention contre les inondations liées au ruissellement pluvial urbain et aux crues torrentielles »,
Rapport technique, Ministère de l'environnement - DRM, 1993.
- L. AVVENENGO DUCCA,
Essai d'apport méthodologique pour appréhender la connaissance de l'aléa et la perception du risque liées aux crues rapides sur les routes du gard,

- Thèse de maîtrise, Université Joseph Fourier, Grenoble, 2006.
- A. BAILLY,
« La géographie des représentations : espaces perçus et espaces vécus »,
Dans *Les concepts de la géographie humaine*, A. BAILLY (coordinateur), p. 133–138, Paris, Masson,
1984.
- G. W. BAKER ET D. W. CHAPMAN (coordinateurs),
Man and society in disaster,
Basic Books Inc., New York, 1962.
- U. BECK,
La société du risque : sur la voie d'une autre modernité,
Champs Flammarion, Paris, 2001.
- G. BELTRANDO,
Les climats : processus, variabilité et risques,
Armand Colin, 2004.
- E. BONNET,
Risques industriels : évaluation des vulnérabilités territoriales. Le cas de l'estuaire de la Seine,
Thèse de doctorat, Université du Havre, 2002.
- L. BOURQUE, J. SIEGEL, M. KANO ET M. WOOD,
« Morbidity and mortality associated with disasters »,
Dans *Handbook of disasters*, E. QUARANTELLI ET R. DYNES (coordinateurs), p. 97–167, Springer,
2006.
- D. BRIGGS, A. DENMAN, J. GULLIVER, R. MARLEY, C. KENNEDY, P. PHILIPS, K. FIELD ET R. CROCKETT,
« Time activity modelling of domestic exposures to radon »,
Journal of Environmental Management, vol. 67, p. 107–120, 2003.
- M. BRILLY ET M. POLIC,
« Public perception of flood risks, flood forecasting and mitigation »,
Natural Hazards and Earth System Sciences, vol. 5, p. 345–355, 2005.
- I. BURTON, R. KATES ET G. WHITE,
The Environment as Hazard,
Oxford University Press, New York, 1978.
- B. P. BUTTENFIELD,
« Comparing distortion on sketch maps and mds configurations »,
Professional Geographer, vol. 38, n° 3, p. 238–246, 1986.

M. T. CADWALLADER,

« Cognitive distance in intraurban space »,

Dans *Environmental Knowing : Theories, research and methods*, G. MOORE ET R. GOLLEDGE (coordonateurs), p. 316–324, Stroudsburg, Dowden, Hutchinson & Ross, 1976.

D. CALL ET I. RUIN,

« The decision-making process behind weather-related school closings »,

Dans *Association of American Geographers (AAG) meeting*, Chicago, 2006.

T. CANNON,

« Vulnerability analysis and the explanation of “natural” disasters »,

Dans *Disasters, Development and Environment*, A. VARLEY (coordinateur), p. 13–30, Chichester, J. Wiley & Sons Ltd, 1994.

L. CASAMAYOR,

« Invocation croissante du terme risque »,

Esprit, 1965.

CG30, WATEAU ET SÉGALA,

« Population en zone inondable »,

Rapport technique, Conseil Général du Gard, adresse : <http://orig.cg-gard.fr/ori/tab/pop>, 2006a.

CG30, WATEAU ET SÉGALA,

« Superficie en zone inondable »,

Rapport technique, Conseil Général du Gard, adresse : <http://orig.cg-gard.fr/ori/tab/superficie>, 2006b.

C. CHALINE ET J. DUBOIS-MAURY,

La ville et ses dangers,

Masson, Paris, 1994.

S. E. CHANG,

« Disasters and transport systems : loss, recovery and competition at the port of kobe after the 1995 earthquake »,

Journal of transport geography, vol. 8, p. 53–65, 2000.

S. E. CHANG ET N. NOJIMA,

« Measuring post-disaster transportation system performance : the 1995 kobe earthquake in comparative perspective »,

Transportation research Part A, vol. 35, p. 475–494, 2001.

A.-C. CHARDON,

Croissance urbaine et risque "naturels" : évaluation de la vulnérabilité à Manizales, Andes de Colombie,
Thèse de doctorat, Insitut de Géographie Alpine, Université Joseph Fourier, Grenoble, 1996.

A. CHENU,

« Les horaires et l'organisation du temps de travail »,
ÉCONOMIE ET STATISTIQUE, vol. 352-353, p. 151–167, 2002.

L. COATES,

« Flood fatalities in autralia, 1788-1996 »,
Australian Geographer, vol. 30, n° 3, p. 391–408, 1999.

A. COBURN ET R. SPENCER,

Earthquake protection,
Wiley, Chichester, 1992.

J. E. COSTA,

« Hydraulics and basin morphometry of the largest flash floods in the conterminous united-
states »,
Journal of Hydrology, vol. 93, n° 3-4, p. 313–338, 1987.

J.-D. CREUTIN,

« Les échelles temporelles et spatiales du couplage », Décembre 2001,
Communication orale.

S. CUTTER,

« GI science, disasters, and emergency management »,
Transaction in GIS, vol. 7, n° 4, p. 439–445, 2003a.

S. L. CUTTER,

« Vulnerability to environmental hazards »,
Progress in Human Geography, vol. 20, n° 529–539, 1996.

S. L. CUTTER,

« The vulnerability of science and the science of vulnerability »,
Annals of the Association of American Geographers, vol. 91, n° 1, p. 1–12, 2003b.

S. L. CUTTER, J. T. MITCHELL ET M. S. SCOTT,

« Revealing the vulnerability of people and places : Acase study of georgetown county, south
carolina »,
Annals of the Association of the American Geographers, vol. 90, n° 4, p. 713–737, 2000.

- S. L. CUTTER, B. J. BORUFF ET W. L. SHIRLEY,
« Social vulnerability to environmental hazards », *Social Science Quarterly*, vol. 84, p. 242–261, 2003.
- K. DAKE,
« Orienting disposition in the perception of risk », *Journal of Cross-Cultural Psychology*, vol. 22, n° 1, p. 61–82, 1991.
- A. DAUPHINÉ,
Risques et catastrophes, observer – spatialiser – comprendre – gérer, Armand Collin, Paris, 2001.
- DDE30,
Plan de gestion de trafic Route Nationale 106, Événement inondation, Nîmes, préfecture du gard édition, 2003.
- B. DEBARBIEUX,
« Configurations cognitives et pratiques spatiales : les résultats d'une enquête réalisée en oisans », Dans *Les représentations en actes. Actes du colloque de Lescheraines.*, J.-P. GUÉRIN ET H. GUMUCHIAN (coordinateurs), p. 301–313, Grenoble, Institut de Géographie Alpine, 1985.
- A. DEGENNE, M.-O. LEBEAUX ET C. MARRY,
« Les usages du temps : cumuls d'activités et rythmes de vie », *Économie et statistique*, vol. 352-353, p. 81–99, 2002.
- G. DELRIEU, P.-E. KIRSTETTER, J. NICOL ET L. NEPPEL,
« The 8-9 september 2002 rain event in the gard region, france : Rainfall estimation using radar and rain gauge observations », *Houille Blanche-Revue Internationale de l'Eau*, vol. 6, p. 93–98, 2004.
- G. DELRIEU, V. DUCROCQ, E. GAUME, J. NICOL, O. PAYRASTRE, E. YATES, P.-E. KIRSTETTER, H. ANDRIEU, P.-A. AYRAL, C. BOUVIER, J.-D. CREUTIN, M. LIVET, S. ANQUETIN, M. LANG, L. NEPPEL, C. OBLED, J. PARENT-DU CHATELET, G.-M. SAULNIER, A. WALPERSDORF ET W. WOBROCK,
« The catastrophic flash-flood event of 8-9 september 2002 in the gard region, france : a first case study for the cévennes-vivarais mediterranean hydro-meteorological observatory », *Journal of Hydrometeorology*, vol. 6, p. 34–52, 2005.
- F. DEMORAES,
Mobilité, enjeux et risques dans le District Métropolitain de Quito (Equateur), Thèse de doctorat, Université de Savoie, Chambéry, 2004.
- F. DEMORAES,
Movilidad, elementos esenciales y riesgos en el distrito metropolitano de Quito,

- vol. Coleccion Quito Metropolitano, Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, Institut de Recherche pour le Développement, Quito, 2005.
- R. D'ERCOLE,
La vulnérabilité des populations face aux risques volcaniques. Le cas de la région du volcan du Cotopaxi, Equateur,
Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, Grenoble, 1991.
- R. D'ERCOLE,
« Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : Concepts, typologies, mode d'analyse »,
Revue de Géographie Alpine, vol. 32, n° 4, p. 87–96, 1994.
- R. D'ERCOLE ET P. METZGER,
La vulnerabilidad del distrito metropolitano de Quito,
IRD & Municipio del Distrito Metropolitano de Quito, 2004.
- R. D'ERCOLE ET J.-P. RANÇON,
« La future éruption de la montagne pelée : Risque et représentations »,
Mappemonde, vol. 4/94, p. 31–36, 1994.
- M. DESBORDES ET M. LESCURE,
« Les crues méditerranéennes ou les chemins oubliés de l'eau », Novembre 2004,
Conférence à l'auditorium du Pont du Gard.
- M. DOUGLAS,
Risk and blame,
Routledge, London, 1992.
- M. DOUGLAS ET A. WILDAVSKY,
Risk and culture : an essay on the selection of technological and environmental dangers,
University of California Press, Berkeley, 1983.
- R. M. DOWNS ET D. STEA,
« Cognitive maps and spatial behaviour : process and products »,
Dans *Image and Environment*, R. M. DOWNS ET D. STEA (coordinateurs), p. 8–26, Chicago, Aldine, 1973a.
- R. DOWNS ET D. STEA,
Image and environment : Cognitive mapping and spatial behavior,
Aldine, Chicago, 1973b.

- R. DOWNS ET D. STEA,
Des cartes plein la tête : Essai sur la cartographie mentale,
Edisem, Québec, 1981.
- T. E. DRABEK ET K. S. BOGGS,
« Families in disasters : Reactions and relatives »,
Journal of marriage and the family, 1968.
- T. DRABEK,
Human System Responses to Disaster : An Inventory of Sociological Findings,
Springer-Verlag, New York, 1986.
- T. DRABEK,
« The social factors that constrain human responses to flood warnings »,
Dans *Floods*, D. PAKER (coordinateur), vol. 1, p. 361–376, London, Routledge, 2000.
- S. DROBOT, C. BENIGHT ET E. GRUNTFEST,
« Risk factors for driving into flooded roads »,
Environmental Hazards, To be published 2007.
- N. DUBOIS,
L'automobile : un espace vécu comme un autre chez soi,
Thèse de doctorat, Université Paris X – Nanterre, Paris, 2004.
- P. DUCLOS, O. VIDONNE, P. BEUF, P. PERRAY ET A. STOEENNER,
« Flash flood disaster-rîmes, france, 1988 »,
European journal of epidemiology, vol. 7, n° 4, p. 365–371, 1991.
- F. DUMONTIER, D. GUILLEMOT ET D. MÉDA,
« L'évolution des temps sociaux au travers des enquêtes emploi du temps »,
Économie et statistique, vol. 352-353, p. 3–13, 2002.
- U. J. DYMON ET N. L. WINTER,
« Emergency mapping in grassroots america : A derailment evacuation case study »,
Geoforum, vol. 22, n° 4, p. 377–389, 1991.
- U. DYMON ET N. WINTER,
« Evacuation mapping : the utility of guidelines »,
Disasters, vol. 17, n° 1, p. 12–24, 1993.
- R. DYNES,
« The lisbon earthquake in 1755 : The first modern disaster »,
Preliminary paper, University of Delaware, Disaster Research Center, 2003.

EMA,

Managing the floodplain, guide 3, 1999.

J.-L. FABIANI ET J. THEYS,

La société vulnérable : évaluer et maîtriser les risques,

Presses de l'École normale supérieure, Paris, 1987.

A. FERNÁNDEZ-BILBAO, S. TAPSELL ET E. PENNING-ROUSELL,

« Risk to life : Literature review and background », 2005,

Floodsite Project - Task 10.

B. FISCHHOFF, P. SLOVIC, S. LICHTENSTEIN, S. READ ET C. B.,

« How safe is safe enough? a psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits »,

Policy Sciences, vol. 9, n° 2, p. 127–152, 1978.

M. FORT, G. ARNAUD-FASSETTA, G. BELTRANDO, A. PLET ET C. MERING,

« Impacts hydromorphologiques des fortes précipitations des 12-13 novembre 1999 sur la remontée méridionale de la montagne noire : l'exemple de l'argent double (aude). »,

Dans *Au chevet d'une catastrophe. Les inondations des 12 et 13 novembre 1999 dans le Sud de la France. Actes du colloque de Perpignan, 26-28 juin 2000*, MÉDI-TERRA (coordinateur), p. 41–52, Perpignan, Presses Universitaires de Perpignan, 2001.

A. FRÉMONT,

La région, espace vécu,

PUF, Paris, 1976.

J. FRENCH, R. ING, S. VON ALLMEN ET R. WOOD,

« Mortality from flash floods : A review of national weather service reports, 1969–81 »,

Public Health Reports, vol. 98, n° 6, p. 584–588, 1983.

J.-C. GAILLARD, R. D'ERCOLE ET F. LEONE,

« Cartography of population vulnerability to volcanic hazards and lahards of mount pinatubo (philippines) : a case study in pasig-potrero river basin (province of pampanga) »,

Geomorphologie : relief, processus, environnement, vol. 3, p. 209–222, 2001.

J.-C. GAILLARD, C. LIAMZON ET J. VILLANUEVA,

« “natural” disaster? a retrospect into the causes of the late-2004 typhoon disaster in eastern luzon, philippines »,

Environmental Hazards, vol. 7, n° 1, 2007.

T. GÄRLING,

« The role of spatial cognitive maps in spatial decisions »,

- Journal of Environmental Psychology*, vol. 9, n° 4, p. 269–278, 1989.
- T. GÄRLING, A. BOOK ET E. LINDBERG,
« Adults' memory representations of the spatial properties of their everyday physical environment »,
Dans *The Development of spatial cognition*, R. COHEN (coordinateur), p. 141–184, Hillsdale, Erlbaum
Lawerence, 1985.
- E. GAUME ET C. BOUVIER,
« Hydrological analysis of the gard and vidourle river floods on the 8th and 9th september 2002.
houille blanche-revue internationale de l'eau, 6, 99-106. »,
Houille Blanche - Revue internationale de l'eau, vol. 6, p. 99–106, 2004.
- E. GAUME, O. PAYRASTE ET B. ROSA DA SILVA,
« Analyse hydrologique des crues des 8 et 9 septembre 2002 dans le gard »,
Rapport technique, Ministère de l'écologie et du développement durable, 2003.
- C. GILBERT,
« Limites et ambiguïtés de la territorialisation des risques »,
Pouvoirs locaux, vol. 56, p. 48–52, 2003.
- C. GILBERT,
« La vulnérabilité une notion à explorer »,
Pour la science, vol. 51, 2006.
- B. GLASS,
« Évolution temporelle de la vulnérabilité aux crues en région méditerranéennes »,
Houille Blanche, vol. 6, p. 62–70, 2004.
- R. GLASS, R. CRAVEN, D. BREGMAN, B. STOLL, N. HOROWITZ ET J. KERNDT, P. AND WINKLE,
« Injuries from the wichita falls tornado : Implications for prevention »,
Science, vol. 207, p. 734–738, 1980.
- J.-F. GLEYZE,
La vulnérabilité structurelle des réseaux de transport dans un contexte de risque,
Thèse de doctorat, Université Paris 7 - Denis Diderot, Paris, 2005.
- R. GOLLEDGE,
Wayfinding behavior : Cognitive mapping and other spatial processes.,
John Hopkins University Press., Baltimore, 1999.
- P. GOULD,
« Acquiring spatial information »,
Economic Geography, vol. 51, n° 2, p. 87–99, 1975.

- P. GOULD ET R. WHITE,
Mental maps,
Penguin, New York, 1974.
- P. GOULD ET R. WHITE,
Cartes mentales,
Ed Universitaires Fribourg Suisse, Fribourg, 1984.
- N. S. W. GOVERNMENT,
« Floodplain development manual, pwd 86010 »,
Rapport technique, New South Wales Government, 1986.
- E. GRUNTFEST,
« What people did during the big thompson flood »,
Working paper 32, Natural Hazard Center, Boulder, 1977.
- E. GRUNTFEST,
« Flash floods in the united states »,
Dans *Storms*, J. R. PIELKE ET S. R. PIELKE (coordinateurs), p. 192–206, London, Routledge, 2000.
- E. GRUNTFEST ET A. RIPPS,
« Flash floods : Warning and mitigation efforts and prospects »,
Dans *Floods*, D. PARKER (coordinateur), vol. 1, p. 377–390, London, Routledge, 2000.
- E. GRUNTFEST, C. BENIGHT, M. HAYDEN, L. BARNES, S. DROBOT ET S. RADIL,
« Toward improved understanding of warnings for short-fuse weather events »,
Environmental Hazards, To be published 2007.
- E. C. GRUNTFEST (coordinateur),
What we have learned since the big Thomson flood. Proceedings of the tenth anniversary conference, Boulder,
Natural Hazards Research and Applications Information Center, 1987.
- E. C. GRUNTFEST (coordinateur),
*Twenty years later, What we have learned since the big Thomson flood. Proceedings of a meeting Held in
Fort Collins, Colorado*, Boulder, Natural Hazards Research and Applications Information Center,
1997.
- E. GRUNTFEST ET J. HANDMER (coordinateurs),
Coping with flash floods, vol. 77, Dordrecht, NATO Advanced Study Institute, Kluwer, 2001.
- J.-P. GUÉRIN,
« Introduction au colloque les représentations en actes »,
Dans *Les représentations en actes. Actes du colloque de Lescheraines.*, p. 5–8, Grenoble, Institut de
Géographie Alpine, 1985.

- J.-P. GUÉRIN ET H. GUMUCHIAN (coordinateurs),
Les représentations en actes. Actes du colloque de Lescheraines., Grenoble, Institut de Géographie Alpine, 1985.
- J. GULLIVER ET D. BRIGGS,
« Time–space modeling of journey-time exposure to traffic-related air pollution using gis », *Environmental Research*, vol. 97, p. 10–25, 2005.
- H. GUMUCHIAN,
Représentations et aménagement du territoire,
Economica, Anthropos, Paris, 1991.
- H. GUMUCHIAN ET C. MAROIS,
Initiation à la recherche en géographie. Aménagement, développement territorial, environnement,
vol. Economica, Anthropos, Paris, 2000.
- V. GUPTA, E. WAYMIRE ET C. WANG,
« A representation of an instantaneous unit hydrograph from geomorphology », *Journal of Hydrology*, vol. 16, n° 5, p. 855–862, 1980.
- B. HAMMER ET T. SCHMIDLIN,
« Vehicle-occupant deaths caused by tornadoes in the united states, 1900-1998 », *Environmental Hazards*, vol. 2, p. 105–118, 2001.
- J. W. HANDMER,
« Preparing for a european approach to flood warning »,
Dans *Workshop on Advances in Flood Forecasting, Flood Warning and Emergency Management*, Barcelona, 2002.
- J. HANDMER, R. HENSON, P. SNEERINGER, R. KONIECZNY ET P. MADEJ,
Coping with flash floods, chap. Warning systems for flash floods : research needs, opportunities and trends,
Kluwer, 2001.
- K. HEWITT,
The idea of calamity in a technocratic age,
Dans *Interpretation of Calamities*, K. HEWITT (coordinateur), n° 1 de « The risks and hazards series », p. 3–32, Allen & Unwin Inc, Boston, 1983.
- HR WALLINGFORD, FLOOD HAZARD RESEARCH CENTRE (MIDDLESEX UNIVERSITY), RISK AND POLICY ANALYSTS LTD.,
« Flood risks to people phase 2 »,

- The Flood Risks to People Methodology FD2321/TR1, Defra / Environment Agency, London, 2006.
- P. HUBER,
« Angkor floods : Reflections on ethnogeography and mental maps »,
The Geographical Review, vol. 69, n° 2, p. 127–139, 1979.
- G. HUBERT ET B. LEDOUX,
Le coût du risque... L'évaluation des impacts socio-économiques,
Presses de l'école nationale des Ponts et Chaussées, Paris, 1999.
- G. HUFSCHMIDT, M. CROZIER ET T. GLADE,
« Evolution of natural risk : research framework and perspectives »,
Natural Hazards and Earth System Sciences, vol. 5, p. 375–387, 2005.
- C. HUSSY ET D. LOPRENO,
« La représentation du territoire : Analyse critiques de démarches (déjà) traditionnelles »,
Dans *Les représentations en actes. Actes du colloque de Lescheraines.*, p. 313–326, Grenoble, Institut de Géographie Alpine, 1985.
- IDNDR,
« Directives pour la prévention des catastrophes naturelles, la préparation aux catastrophes et l'atténuation de leurs effets »,
Dans *Stratégie et plan d'action de Yokohama pour un monde plus sûr*, Yokohama, Nattion Unies, 23-27 mai 1994 1994.
- INSEE (coordinateur),
Recensement général de la population de 1999, adresse : http://www.recensement.insee.fr/RP99/rp99/PAGE_ACCUEIL.user_choixGD, 1999.
- V. JACQ,
« Inventaire des situations à précipitations diluviennes sur les régions languedoc-roussillon, paca et corse, période 1958-1994 »,
Scem, Météo France, 1994.
- S. JONKMAN,
« Loss of life caused by floods : an overview of mortality statistics for worldwide floods »,
Report, Delft Cluster-publication : DC1-233-6, adresse : http://www.library.tudelft.nl/delftcluster/theme_risk.html, 2003.
- S. JONKMAN,
« Global perspectives on loss of human life caused by floods »,
Natural Hazards, vol. 34, p. 151–175, 2005.

- S. JONKMAN ET I. KELMAN,
« An analysis of causes and circumstances of flood disaster deaths »,
Disasters, vol. 29, n° 1, p. 75–97, 2005.
- G. KANELLAIDIS, A. ZERVAS ET V. KARAGIOULES,
« Drivers' risk perception of road design elements »,
Transportation Human Factors, vol. 2, n° 1, p. 39–48, 2000.
- S. KAPLAN,
« Cognitive maps in perception and thought »,
Dans *Image and Environment*, R. M. DOWNS ET D. STEA (coordinateurs), p. 63–78, Chicago, Aldine, 1973a.
- S. KAPLAN,
« Cognitive maps, human needs, and the designed environment urban residents »,
Dans *Environmental Design Research*, W. F. E. PREISNER (coordinateur), p. 32–45, Stroudsburg, PA, Dowden, Hutchinson & Ross, 1973b.
- J. KASPERSON, R. KASPERSON, N. PIDGEON ET P. SLOVIC,
The social amplification of risk : Assessing fifteen years of research and theory,
Dans *The social amplification of risk*, N. PIDGEON, R. KASPERSON ET P. SLOVIC (coordinateurs), p. 13–46, Cambridge University Press, Cambridge, 2003.
- R. W. KATES,
« Natural hazard in human ecological perspective : Hypotheses and models »,
Economic Geography, vol. 47, n° 3, p. 438–451, 1971.
- M. KELSCH, E. CAPORALI ET L. G. LANZA,
« Hydrometeorology of flash floods »,
Dans *Coping with flash floods*, E. GRUNTFEST ET J. HANDMER (coordinateurs), p. 19–35, 2001.
- K. J. KIECOLT ET J. M. NIGG,
« Mobility and perceptions of hazardous environment »,
Environment and Behavior, vol. 14, n° 2, p. 131–154, 1982.
- A. KIEFFER-WEISSE,
Etude des précipitations exceptionnelles de pas de temps court en relief accidenté (Alpes françaises), méthode de cartographie des précipitations extrêmes.,
Thèse de doctorat, HMG-INPG, Grenoble, 1998.
- R. KITCHIN,
« Cognitive maps : What are they and why study them ? »,
Journal of Environmental Psychology, vol. 14, n° 1, p. 1–19, 1994.

- E. T. KNOCKE ET K. N. KOLIVRAS,
« Flash flood awareness in southwest virginia »,
Risk analysis, vol. 27, n° 1, p. 155–169, 2007.
- Z. KUNDZEWICZ ET W. KUNDZEWICZ,
« Mortality in flood disasters »,
Dans *Extreme weather events and public health responses*, W. KIRCH, B. MENNE ET R. BERTOLLINI (CO-
ordinateurs), p. 197–206, Berlin, Springer, 2005.
- Z. W. KUNDZEWICZ ET H.-J. SCHELLNHUBER,
« Floods in the IPCC TAR perspective »,
Natural Hazards, vol. 31, p. 111–128, 2004.
- R. LAGANIER ET L. DAVY,
« La gestion de l'espace face aux risques hydroclimatiques en région méditerranéenne »,
Dans *Les Régions françaises face aux extrêmes hydrologiques*, J.-P. BRAVARD (coordinateur), p. 15–38,
SEDES, 2000.
- R. LAGANIER, B. VILLALBA ET B. ZUINDEAU,
« Le développement durable face au territoire : éléments pour une recherche pluridisciplinaire »,
Développement durable et territoires, 2002, adresse : <http://developpementdurable.revues.org/document774.html#texte>.
- D. LAMARRE (coordinateur),
Les risques climatiques,
Belin, 2005.
- F. LEONE ET T. LESALES,
« A GIS-based integrated approach for the assessment of volcanic risk : Application to mount
pelée volcano (martinique, f. w. i.) »,
Philippine Geographical Journal, vol. 49, n° 1-4, p. 135–150, 2005.
- F. LÉONE ET F. VINET,
« La vulnérabilité, un concept fondamental »,
Dans *La vulnérabilité des sociétés et des territoires face aux menaces naturelles*, n° 1 de « Géorisques »,
p. 9–25, Montpellier, 2006.
- M. LESCURE,
Politique de gestion des inondations en france, l'exemple du gard, application au bassin des gardons,
Acte des journées techniques, Batna, decembre 2004.
- M. K. LINDELL,
« Perceived characteristics of environmental hazards »,

-
- International Journal of Mass Emergencies and Disasters*, vol. 12, n° 3, p. 303–326, 1994.
- C. LUTOFF,
Le système urbain niçois face à un séisme. Méthode d'analyse des enjeux et des dysfonctionnement potentiels,
Thèse de doctorat, Université de Savoie, Chambéry, 2000.
- K. LYNCH,
The image of the city,
M.I.T., Cambridge, 1960.
- MATE,
Surveillance et prévision des événements hydro-météorologiques extrêmes en région méditerranéenne, 1997.
- MEDD (coordinateur),
Crue du Gard 2002 : Retour d'expérience, Paris, La documentation Française, 2004.
- M. MÉTÉO-FRANCE,
Pluies extrêmes sur le sud de la France 1958 - 2000,
CDRom, 2001.
- D. MILETI,
« Factors related to flood warning response »,
Dans *U.S.-Italy Research Workshop on the Hydrometeorology, Impacts, and Management of Extreme Floods*,
p. 17, Perugia, November 1995.
- D. MILETI,
Disasters by Design. A reassessment of Natural Hazards in the United States,
Joseph Henry Press, Washington DC, 1999.
- D. MILETI, T. E. DRABEK ET E. HAAS,
Human Systems in Extreme Environments,
The Institute of Behavioral Science, The University of Colorado, Boulder, CO, 1975.
- A. A. MOLES ET E. ROHMER,
Psychologie de l'espace,
L'Harmattan, Paris, 1998.
- G. MOLINIÉ, E. YATES, P. BOIS, B. BOUDEVILLAIN, S. ANQUETIN ET J.-D. CREUTIN,
« Rainfall regimes in a mountainous mediterranean region : Statistical analysis at short time steps »,
Water resources research, Submitted 2007.

B. E. MONTZ ET T. A. EVANS,

« GIS and social vulnerability analysis »,

Dans *Coping with flash floods : Proceedings of the NATO Advanced Study Institute*, E. C. GRUNTFEST ET J. W. HANDMER (coordinateurs), vol. 77 de *NATO Science Series*, p. 37–48, Dordrecht, Kluwer, 2001.

B. E. MONTZ ET E. GRUNTFEST,

« Flash flood mitigation : recommendations for research and applications »,

Environmental Hazards, vol. 4, p. 15–22, 2002.

L. MOONEY,

« Applications and implications of fatality statistics to the flash flood problems »,

Dans *Proceedings of the 5th Conference on Hydrometeorology*, p. 127–129, Tulsa, October 1983.

G. T. MOORE,

« Knowing about environmental knowing : The current state of theory and research on environmental cognition »,

Environment and Behavior, vol. 11, p. 33–70, 1979.

L. NEPPEL,

« Analyse de l'épisode pluvieux du 08 et 09 septembre 2002 dans le Gard »,

Rapport technique, MEDD - DPPR, 2003.

P. O'KEEFE, K. WESTGATE ET B. WISNER,

« Taking the naturalness out of natural disasters »,

Nature, vol. 260, n° 5552, p. 566–567, 1976.

I. ORLANSKI,

« A rational subdivision of scale for atmospheric processes. »,

Bulletin American Meteorological Society, vol. 56, p. 527–530, 1975.

J.-P. PAULET,

Les représentations mentales en géographie,

vol. Economica, Anthropos, Paris, 2002.

E. PENNING-ROWSSELL, D. RAMSBOTTOM ET S. SURENDRAN,

« Estimating injury and loss of life in floods : A deterministic framework »,

Natural Hazards, vol. 36, p. 43–64, 2005.

Advice for driving in severe tropical weather,

PENNSYLVANIA AAA FEDERATION, adresse : <http://www.aaapa.org/Tropicalwaterdriving.rtf>, September 2003.

- P. PERETTI-WATEL,
Sociologie du risque,
Armand Colin, Paris.
- P. PERETTI-WATEL,
La société du risque,
vol. Repères, La découverte & Syros, Paris, 2001.
- R. PERRY,
« Evacuation decision-making in natural disasters »,
Dans *Environmental risks and hazards*, p. 208–221, Cutter, S., 1994.
- J.-L. PIVETEAU,
« La voiture, signe et agent d'une nouvelle relation de l'homme à l'espace »,
Dans *Actes de la table ronde de l'Institut de Géographie de Fribourg, 21-23 sept. 1989*, 1990.
- J.-L. PIVETEAU,
L'automobile, un nouveau module d'habitat (ou l'auto, co-maison), adresse : http://www.cafe-geo.net/article.php3?id_article=929, 2006.
- L.-R. PRÉFECTURE,
Prospective démographique et économique en languedoc-roussillon, 2003.
- D. PROVITOLLO,
Risque urbain, catastrophes et villes méditerranéennes,
Thèse de doctorat, Université de Nice Sophia-Antipolis, Nice, 2002.
- E. QUARANTELLI,
« How individuals and groups react during disasters : planning and managing implications for
ems delivery »,
Preliminary paper 138, University of Delaware, Disaster Research Center, 1989.
- E. QUARANTELLI,
« Disaster response : generic or agent-specific ? »,
Dans *Managing natural disasters and the environment*, A. KREIMER ET M. MUNASINGHE (coordinateurs),
1991.
- E. QUARANTELLI,
« A half century of social science disaster research : selected major findings and their applica-
bility »,
Preliminary paper 336, University of Delaware, Disaster Research Center, Newark, 2003.

E. QUARANTELLI ET R. DYNES,

« Response to social crisis and disaster »,
Annual Review of Sociology, vol. 3, p. 23–49, 1977.

D. RAMSBOTTOM, P. FLOYD ET E. PENNING-ROUSELL,

« Flood risks to people phase 1 »,
R&D Technical Report FD2317, Defra/Environment Agency, London, 2003.

J. RAUDE,

« Les mécanismes de perception et de représentation collectives du risque », 2007,
Cycle de Conférences Trinôme.

M. REGHEZZA,

Réflexions autour de la vulnérabilité métropolitaine : la métropole parisienne face au risque de crue centennale,
Thèse de doctorat, Université Paris X – Nanterre, 2006.

O. RENN,

« Individual and social perception of risk »,
Dans *Ökologisches Handeln als sozialer Prozess*, U. FURHER (coordinateur), p. 27–50, Basel : Birkhäuser, 1995.

RHEA,

« Apports et limites du radar pour l'annonce des crues »,
Rapport technique, MATE, 1995.

J.-C. RIVRAIN,

Les épisodes orageux à précipitations extrêmes sur les régions méditerranéennes de la France,
Dans *Phénomènes remarquables*, MATE - Météo-France, 1997.

J. ROSSIAUD,

« Sociologie et risque majeur »,
Dans *Les risques climatiques*, D. LAMARRE (coordinateur), p. 35–49, Paris, Belin, 2005.

I. RUIN,

Analyse spatiale du comportement des victimes de crue rapide face à la crise. le cas de la crue du Gard de septembre 2002.,
Mémoire de master recherche, Université Joseph Fourier, Institut de Géographie Alpine, Grenoble, 2003.

I. RUIN ET C. LUTOFF,

« Vulnérabilité face aux crues rapides et mobilités des populations en temps de crise »,
Houille Blanche-Revue Internationale de l'Eau, vol. 6, p. 114–119, 2004.

- I. RUIN, J.-D. CREUTIN, S. ANQUETIN ET C. LUTOFF,
« Human exposure to flash-floods – relation between flood parameters and human vulnerability during a storm of september 2002 in southern france »,
Journal of Hydrology, 2007a,
Soumis en octobre 2007.
- I. RUIN, J.-C. GAILLARD ET C. LUTOFF,
« How to get there ? assessing motorists' flash flood risk perception on daily itineraries »,
Environmental Hazards, à paraître 2007b.
- T. F. SAARINEN,
« Environmental perception »,
Dans *Perspectives on environment*, R. MANNERS ET M. W. MIKESSELL (coordinateurs), p. 252–289,
Washington DC, AAG, 1974.
- H.-J. SCARWELL ET R. LAGANIER,
Risque inondation et aménagement durable des territoires,
Presse universitaire du Septentrion, 2004.
- T. SCHMIDLIN ET P. KING,
« Cars and tornadoes : where is the research ? »,
Bulletin of the American Meteorological Society, vol. 77, n° 5, p. 963–964, 1996.
- P. SLOVIC,
« Perception of risk »,
Science, vol. 236, p. 280–285, 1987.
- P. SLOVIC,
The perception of risk,
Earthscan, London, 2000.
- P. SLOVIC ET U. WEBER, E.,
« Perception of risk posed by extreme events »,
Dans *Risk Management strategies in an Uncertain World*, p. 21, New York, 2002.
- P. SLOVIC, B. FISCHHOFF ET S. LICHTENSTEIN,
« Behavioral decision theory perspectives on risk and safety »,
Acta Psychologica, vol. 56, n° 1-3, p. 183–203, 1984.
- J. H. SORENSEN,
« Emergency response to mount st. helen's eruption : March 20 to april 10, 1980 »,
Working paper 43, Natural Hazards Research and Applications Information Center, University of Colorado, Boulder, 1981.

- C. STAES, J. C. ORENGO, J. MALILAY, J. RULLAN ET E. NOJI,
« Deaths due to flash-floods in puerto-rico, january 1992 : Implications for prevention », *International Journal of Epidemiology*, vol. 23, n° 5, p. 968–975, 1994.
- A. STEINFÜHRER ET C. KUHLCHE,
« Social vulnerability and the 2002 flood. country report germany (mulde river) », Floodsite project report, UFZ Centre for Environmental Research Leipzig, 2007.
- J.-C. THOURET ET R. D'ERCOLE,
« Vulnérabilité aux risques naturels en milieu urbain : effets, facteurs et réponses sociales », *Cahier des Sciences Humaines*, vol. 32, n° 2, p. 407–422, 1996.
- K. J. TIERNEY,
« Disaster preparedness and response : Research findings and guidance from the social science literature », Paper prepared for the us-roc workshop on natural disaster reduction, taipei, taiwan, Disaster Research Center, University of Delaware, 1993.
- K. J. TIERNEY,
« Research overview : Emergency response », Preliminary paper 253, Disaster Research Center, University of Delaware, 1997.
- K. J. TIERNEY,
« Toward a critical sociology of risk », *Sociological forum*, vol. 14, n° 2, p. 215–242, 1999.
- G. A. TOBIN ET B. MONTZ,
Natural hazards,
The Guilford Press, New York - London, 1997.
- J. TRICART,
« Les dangers et risques naturels et technologiques », *Annales de géographie*, vol. 565, p. 257–288, 1992.
- S. TUNSTALL, S. TAPSELL ET A. FERNÁNDEZ-BILBAO,
Vulnerability and flooding : a re-analysis of fhrc data,
Floodsite Project Report, 2007.
- B. TVERSKY,
« Distortions in cognitive maps », *Geoforum*, vol. 23, n° 2, p. 131–138, 1992.

- P. VALARIÉ ET D. COEUR,
« Vulnérabilité de la région languedoc-roussillon aux crues méditerranéennes : perspectives historiques et enjeux actuels »,
Houille Blanche - Revue internationale de l'eau, vol. 6, 2004.
- N. VARADO, I. BRAUD, S. GALLE, M. LE LAY, L. SEGUIS, B. KAMAGATE ET C. DEPRAETERE,
« Multi-criteria assessment of the representative elementary watershed approach on the donga catchment (benin) using a downward approach of model complexity »,
Hydrology and Earth System Sciences, vol. 10, n° 3, p. 427–442, 2006.
- P.-A. VERSINI ET E. GAUME,
« A prototype of road warning system in flood prone areas. part i. »,
Floodsite project report, ENPC, 2007.
- P. VIALLET, S. DEBIONNE, I. BRAUD, J. DEHOTIN, R. HAVERKAMP, Z. SAÂDI, S. ANQUETIN, F. BRANGER ET N. VARADO,
« Towards multi-scale integrated hydrological models using the liquid framework »,
Dans *7th International Conference on Hydroinformatics 2006*, Nice, 2006.
- F. VINET,
Crues et inondations dans la France Méditerranéenne. Les crues torrentielles des 12 et 13 novembre 1999,
vol. Questions de géographie, Vinet, F., 2003.
- J. WEICHSELGARTNER,
« Disaster mitigation : the concept of vulnerability revisited »,
Disaster Prevention and Management, vol. 10, p. 85–94, 2001.
- G. F. WHITE ET E. HAAS,
Assessment of Research on Natural Hazards,
MIT Press, Cambridge, 1975.
- G. WHITE,
« Human adjustment to floods : A geographical approach to the flood problem in the united-states »,
Research Paper 29, Department of Geography, University of Chicago, Chicago, 1945.
- B. WISNER,
« Disaster vulnerability : scale, power, and daily life »,
Geojournal, vol. 30, n° 2, p. 127–140, 1993.
- B. WISNER, P. BLAIKIE, T. CANNON ET I. DAVIS,
At risk : natural hazards, people's vulnerability, and disasters,
Routledge, London, 2nd ed. édition, 2004.

I. ZIN,

Incertitudes et ambiguïté dans la modélisation hydrologique. Discussion, développements méthodologiques et application à l'hydrologie de crue en Ardèche,

Thèse de doctorat, INPG, Grenoble, 2002.

Table des matières

Préambule	1
Introduction	5
I Vulnérabilité aux crues rapides : quels enjeux ?	25
Introduction	27
1 Vulnérabilité aux crues rapides : penser autrement	29
1.1 Entre risque et catastrophe, le recours au concept de vulnérabilité	30
1.1.1 Le Risque : une notion complexe	30
1.1.2 Quelle définition objectivable du Risque ?	32
1.2 La Vulnérabilité : un concept « savon »	35
1.2.1 Naissance et évolution du concept	36
1.2.2 Acceptions actuelles et méthodes d'analyse	38
a. La vulnérabilité « physique » ou « biophysique »	39
b. La vulnérabilité sociale	40
1.3 La problématique des crues rapides et « éclair »	43
1.3.1 Que désigne-t-on par les termes crues « rapides » ou « éclair » ?	43
1.3.2 Un enjeu en termes de vies humaines	44
1.4 Une approche intégrée	48
1.4.1 Analyse qualitative rétrospective des facteurs de vulnérabilité en temps de crise	50
a. Retour d'expérience de la crue de septembre 2002	50
b. Le recueil de données lors de la crue de septembre 2005	51
1.4.2 Analyse quantitative prospective de la vulnérabilité des comportements dans le Gard	54
a. Les enquêtes par questionnaires	54
b. L'enquête par carte mentale	55
2 Les facteurs d'exposition à l'échelle du territoire gardois	59
2.1 Une localisation propice aux pluies intenses	60

2.2	Une réponse hydrologique fréquemment violente	66
2.3	De forts enjeux humains	72
2.4	Variabilité spatio-temporelle de l'exposition des usagers de la route	77
2.4.1	Exposition des axes routiers aux crues rapides	77
2.4.2	Augmentation de l'exposition liée à la mobilité	80
2.4.3	Les rythmes de l'exposition	83
a.	Rythmes quotidiens	83
b.	Rythmes saisonniers	87
Conclusion		89
 II La représentation des risques au quotidien		91
Introduction		93
 3 Des perceptions sociales aux représentations du risque de crue rapide		95
3.1	De la théorie...	96
3.1.1	La perception sociale des risques	96
3.1.2	Vers les représentations en géographie	100
3.1.3	L'apport des cartes mentales	102
3.2	... À l'analyse des représentations du risque dans le Gard	105
3.2.1	Les enquêtes par questionnaire	107
a.	L'échantillonnage par quotas de la population résidente	108
b.	L'échantillonnage des populations touristiques	111
3.2.2	L'enquête par carte mentale	112
a.	Zone d'étude et constitution d'un échantillon stratifié dans l'espace	115
b.	Représentativité socio-démographique de l'échantillon	120
c.	Représentativité des itinéraires empruntés	122
3.2.3	L'analyse des cartes mentales : le recours aux indices cartographiques qualitatifs	122
 4 Représentation du risque de crue rapide et pratiques spatiales dans le Gard		129
4.1	La conscience des temporalités et de l'intensité du phénomène	130
4.1.1	Saisonnalité	130
4.1.2	Récurrence	131
4.1.3	Vitesse de montée	132
4.1.4	Hauteur de submersion	135
4.2	La représentation de l'exposition au quotidien	138
4.2.1	Sur les lieux de résidence et d'activité	138
4.2.2	Le long des itinéraires principaux	139

4.3	La représentation des situations de grande vulnérabilité	144
4.3.1	... Liées aux pratiques spatiales quotidiennes	144
4.3.2	... Sur la route	147
4.4	Pratiques de mobilités quotidiennes et représentation du risque	149
4.4.1	Les pratiques de mobilités dans le secteur de la RN106 entre Nîmes et Alès	150
4.4.2	Les mobilités à risque dans le Gard	152
4.4.3	Lien entre représentation spatiale du risque sur la route et représentation du risque en général	158
4.5	Les représentations associées aux sources d'information	160
4.5.1	Appréciation de la qualité de l'information préventive	160
4.5.2	Confiance vis-à-vis des prévisions météorologiques et perception du danger annoncé	161
4.5.3	Confiance dans les sources d'information en temps de crise	162
	Conclusion	167
	 III Les comportements en temps de crise : Freins et moteurs de l'action	 171
	Introduction	173
	 5 Les leçons de la crise de septembre 2002	 175
5.1	L'événement du 8 - 9 septembre 2002	176
5.2	Les échelles spatio-temporelles de l'exposition humaine	178
5.2.1	Dynamique des crues et exposition humaine	181
a.	Les crues « éclair » des petits affluents	181
b.	Les crues des rivières	186
5.2.2	Les échelles spatio-temporelles dangereuses	187
a.	Soudaineté et superficie des bassins versants	188
b.	Intensité et localisation	189
5.3	Les comportements en temps de crise	191
5.3.1	Les communes de Saint Hilaire d'Ozilhan, Remoulins, et Comps dans la crise	192
5.3.2	Typologie des comportements individuels	195
5.3.3	Moteurs des pratiques spatiales	198
5.3.4	Les pratiques spatiales par types de bassins versants	200
	 6 Des représentations aux comportements	 205
6.1	Intelligence du phénomène et des moyens de s'en protéger	207
6.1.1	Des attitudes différentes en matière de déplacement selon le type de popu- lation	207

a.	Choix de mobilité face aux niveaux de vigilance orange et rouge de Météo France	208
b.	Attitudes face à la montée des eaux sur la route	209
6.1.2	Un comportement sur le lieu de résidence généralement en adéquation avec les consignes de sécurité	211
6.2	Facteurs contraignants d'ordre social et technique	214
6.2.1	Les réticences face à l'évacuation	214
6.2.2	La majorité des parents souhaitent récupérer leurs enfants à l'école	216
6.2.3	Le problème d'accès à l'information des populations touristiques non francophones	217
6.3	Les facteurs de vulnérabilité des comportements déclarés	217
6.3.1	Le poids des variables socio-démographiques	218
a.	Le genre, l'âge et les responsabilités parentales	218
b.	L'activité professionnelle	221
6.3.2	Le rôle de l'information	222
6.3.3	Des représentations peu influentes en matière de comportement	222
6.4	Profils de comportements vulnérables	223
6.4.1	Typologie des comportements déclarés en 2004	224
6.4.2	Des comportements déclarés aux pratiques spatiales lors de la crue de 2002	229
7	La nécessaire prise en compte des mobilités quotidiennes dans la gestion du risque de crue rapide	235
7.1	Vulnérabilité spatio-temporelle du système d'alerte	236
7.1.1	De la vigilance météorologique et hydrologique à la gestion de crise	236
7.1.2	Des outils pour gérer la mobilité en temps de crise	240
a.	Le plan route	240
b.	Le Plan d'Organisation des Transports et des Établissements Scolaires (P.O.T.E.S.)	242
7.1.3	Analyse critique du système de gestion des mobilités en période de crise	245
a.	Vulnérabilité temporelle	245
b.	Vulnérabilité spatiale	247
c.	Les problèmes de communication	248
d.	Le rôle de l'expérience des acteurs	249
7.2	Des activités quotidiennes au fonctionnement de crise : sources de vulnérabilité et perspectives d'actions	251
7.2.1	Le talon d'Achille gardois	251
7.2.2	Les publics vulnérables	253
7.2.3	Sensibiliser sur le danger d'écoulement rapide sur la route et la façon de s'en protéger	255

a.	Une signalétique routière explicite	256
b.	Disposer l'information à proximité des lieux à risque	258
c.	Cibler l'information au plus proche des usagers par le biais des assureurs	258
7.2.4	Favoriser une mobilisation locale de la société civile	259
a.	Mobiliser les acteurs locaux sur la vulnérabilité des populations	260
b.	Organiser des espaces de concertation	261
Conclusion		265
Conclusion générale		271
Bibliographie		283
Table des matières		305
Table des figures		311
Liste des tableaux		315
ANNEXES		319
I	Les 25 principales crues historiques depuis le XIX ^e siècle	319
II	Questionnaires utilisés pour les enquêtes	321
II.1	Enquête par carte mentale	321
II.2	Enquête auprès de la population touristique	325
II.3	Enquête auprès de la population résidente	331
III	Typologie des mobilités à risque	336
IV	Typologie des comportements	346

—

Table des figures

1	Modèle d'analyse de la vulnérabilité des comportements en situation de crise	12
2	Fenêtre du site pilote Cévennes-Vivarais et moyens d'observation opérationnels disponibles	21
1.1	Nombre de décès et de personnes affectées pour différents types d'inondations ayant causées au moins un décès	45
1.2	Taux de mortalité moyens par événement par continent et type d'inondation	46
1.3	Méthodes et objectifs généraux de la recherche	49
2.1	Fréquence d'observation d'une pluie quotidienne ≥ 200 mm entre 1958 et 2000, pondérée par le nombre d'observations, dans le quart sud-est de la France	61
2.2	Différentes échelles spatio-temporelles des objets atmosphériques	62
2.3	Les échelles spatio-temporelles des différents objets atmosphériques selon Orlandi (1975)	63
2.4	Cartes de l'intensité pluvieuse horaire en région Cévennes-Vivarais de temps de retour 100 ans	64
2.5	Pour un pluviographe, représentation des gradex et des moyennes mensuels centrés réduits en fonction des mois pour 6 pas de temps	65
2.6	Distribution mensuelle du nombre de jours de précipitation > 200 mm de 1958 à 2000 pour les départements de la Lozère, l'Hérault, le Gard et l'Ardèche	65
2.7	Évolution temporelle des pluies moyennes horaires et des débits lors d'un épisode pluvieux à Sauze Saint Martin	67
2.8	Relation entre le temps de montée et la surface de bassins versants méditerranéens urbains et ruraux et les échelles atmosphériques selon Orlandi.	68
2.9	Réseau hydrographique de la région Cévennes-Vivarais hiérarchisé selon la classification de Stralher	69
2.10	Nîmes, bd Pompidou, 3 octobre 1988	70
2.11	Distribution mensuelle des crues dans le Gard entre 1225 et 2005	71
2.12	Fréquence des crues dans le Gard par bassin versant entre 1225 et 2005 (en %) . . .	71
2.13	Carte du taux de surface communale en zone inondable dans les communes du Gard	73
2.14	Carte du niveau de coupures maximal constaté lors de l'événement exceptionnel des 8 et 9 septembre 2002	79

2.15	Carte des tronçons de routes les plus fréquemment coupées dans le Gard	81
2.16	Évolution du parc automobile en Languedoc-Roussillon entre 1983 et 2005	82
2.17	Horaires de travail effectués par les salariés sur leur lieu de travail (hors domicile) .	85
2.18	Distribution mensuelle de la fréquentation journalière dans le Gard en 2005	87
3.1	Niveaux de perception du risque selon le genre et l'ethnie pour différents types d'aléa	98
3.2	Représentativité de l'échantillon des populations résidentes enquêtées en 2004 dans le Gard selon les classe d'âges	110
3.3	Représentativité de l'échantillon des populations résidentes enquêtées en 2004 dans le Gard selon les catégories professionnelles	110
3.4	Exemple de carte mentale remplie par l'une des personnes interrogées dans le secteur de la RN106, Gard. Le tracé bleu figure l'itinéraire principal, les hachures rouges symbolisent les portions de route perçues comme dangereuses en cas d'inon- dation sur cet itinéraire, et le tracé vert représente l'itinéraire de secours envisagé en cas de nécessité	114
3.5	Extrait de la carte des comptages routiers sur le réseau du Gard, dans la zone d'étude entre Nîmes et Alès pour l'année 2005	116
3.6	Zones d'étude et taux de sondage de l'enquête par carte mentale réalisée pendant l'hiver 2005-2006	119
3.7	Fréquentation des itinéraires principaux empruntés par 200 usagers interrogés en 2006	123
3.8	Diagramme de distribution des fréquences de l'indice d'exposition sur l'itinéraire principal et discrétisation en 4 classe	126
3.9	Distribution des fréquences des indices de sous-estimation et de surestimation des tronçons sujets à coupures en cas de fortes précipitations dans le secteur de la RN106 entre Nîmes et Alès	126
4.1	Représentation de la vitesse de montée des petits ruisseaux en comparaison du Gardon selon le secteur de résidence	132
4.2	Cliché des sites où les plus hauts niveaux de crue ont été mesurés pour la crue des 8 et 9 septembre 2002 dans le Gard	136
4.3	Comparaison de la perception des hauteurs de crue maximales lors de l'événement de septembre 2002 entre populations touristiques et résidents du Gard	136
4.4	Représentation de l'exposition aux crues dans les espaces quotidiens selon l'expé- rience de ce phénomène	139
4.5	Comparaison entre la représentation de l'exposition des tronçons routiers et l'em- placement des tronçons régulièrement coupés en cas de fortes précipitations dans le secteur de la RN106	141

4.6	Hauteur d'eau nécessaire pour faire flotter et emporter une voiture classique . . .	145
4.7	Représentations des hauteurs d'eau nécessaires pour emporter un homme ou une voiture selon le type de population	146
4.8	Représentation du danger associés à l'itinéraire principal pour un niveau de vigi- lance orange ou rouge déclaré par Météo France	148
4.9	Relation entre niveau d'exposition de l'itinéraire et l'indice de représentation car- tographique sur les routes du Gard	153
4.10	Premier plan factoriel de l'analyse des correspondances multiples	155
4.11	Relation entre la perception de la hauteur d'eau dangereuse pour un piéton et la représentation spatiale du risque de coupure routière	159
4.12	Relation entre la perception du danger sur l'itinéraire principal et la représentation spatiale du risque de coupure sur ce même itinéraire	159
4.13	Perception du niveau d'information préventive sur le risque d'inondation selon les résidents du Gard	161
4.14	Représentation du danger annoncé par les niveaux de vigilance orange et rouge de Météo France	162
4.15	Niveau de confiance accordé aux différentes sources d'information charger d'in- former sur la conduite à tenir en temps de crise	162
5.1	Localisation des accidents et des bassins versants en cause lors de la crue de sep- tembre 2002	177
5.2	Carte de pluie cumulée pendant la phase I (8/09 9h - 22h UTC). Illustration de la réponse hydrologique du bassin versant de Domazan responsable d'un décès pendant cette phase	182
5.3	Carte de pluie cumulée pendant la phase II (8/09 22 h UTC - 9/09 4 h UTC). Illus- tration de la réponse hydrologique du bassin versant de Saint Quentin la Poterie responsable d'un décès pendant cette phase	184
5.4	Carte de pluie cumulée pendant la phase III (9/09 4 h - 12 h UTC). Illustration de la réponse hydrologique du bassin versant de Rousson ayant fait trois victimes pendant cette phase	185
5.5	Carte des pluies cumulées sur l'ensemble de l'épisode pluvieux (8/09 9h UTC - 9/09 12h UTC) et des bassins versants ayant réagit à ces cumuls	187
5.6	Temps de montée caractéristiques des bassins versants meurtriers lors de la crue de septembre 2002 dans le Gard	189
5.7	Comparaison des débits spécifiques en fonction de la surface des bassins versants pour plusieurs crues historiques et la crue de septembre 2002 dans le Gard	190
5.8	Synthèse de la chronologie des événements des 8 et 9 septembre 2002 dans trois communes du Gard	193
5.9	Profils de comportements caractéristiques face à la montée de crues rapides . . .	196

5.10 Synthèse des principaux facteurs de comportement pendant l'événement hydro-météorologique de septembre 2002.	198
6.1 Comparaison en matière de choix de déplacement entre populations touristiques et résidents du Gard, lors de l'annonce, par Météo France, de niveaux de vigilance orange ou rouge	209
6.2 Comparaison des réactions, entre populations touristiques et résidentes du Gard, face à la montée des eaux sur la route lors de leur déplacement	210
6.3 Comparaison des réactions, entre populations touristiques et résidents du Gard, face à la montée des eaux sur leur lieu d'hébergement ou de résidence	212
6.4 Connaissance des moyens de protection sur le lieu de résidence ou d'hébergement pour les populations touristiques et résidentes du Gard	212
6.5 Comparaison des réactions, entre population gardoise et touristes, face à l'ordre d'évacuer son lieu de résidence	214
6.6 Comparaison entre population gardoise et touristes, concernant les raisons qui pourraient empêcher ou retarder l'évacuation	215
6.7 Réaction des gardois parents d'enfants en âge scolaire à l'annonce d'un risque d'inondation dans le département	216
6.8 Connaissance des cartes de vigilance de Météo-France en fonction de la langue maîtrisée	217
6.9 Fréquence de consultation des prévisions météorologiques en fonction de la langue maîtrisée	218
6.10 Réactions face à la montée des eaux sur le lieu de résidence selon le sexe	219
7.1 Schéma d'organisation de la vigilance météorologique et hydrologique dans le département du Gard	238
7.2 Schéma d'organisation de la gestion de crise au sein du Centre Opérationnel de Défense (COD) en Préfecture	239
7.3 Cliché de la cellule de crise de la préfecture du Gard réunie au COD pendant l'événement des 8 et 9 septembre 2002	240
7.4 Mode d'organisation de la gestion de la question scolaire en situation de crise : Le plan Plan d'Organisation des Transports et des Établissements Scolaires (P.O.T.E.S.) du Gard	243
7.5 Temporalité du processus de décision dans le cadre du plan P.O.T.E.S.	245
7.6 Évolution de la connaissance des moyens de protection en cas de crue rapide entre 2004 et 2006	252
7.7 Différents exemples de signalétique pour la sensibilisation aux risques liés aux crues.	257

Liste des tableaux

2.1	Exposition, par bassin versant, de la population résident dans le Gard en 1999 . . .	74
2.2	Répartition hebdomadaires des temps de trajet professionnels et non professionnels en France	84
2.3	Répartition du temps de travail par tranches horaires et catégories socio-démographiques	86
3.1	Grille de quotas pour l'échantillonnage des populations résidentes du Gard	109
3.2	Comparaison entre caractéristiques de l'échantillon des populations touristiques enquêtées en 2004 et les chiffres de l'enquête annuelle du Comité Départemental du Tourisme (CDT) du Gard pour l'année 2002	112
3.3	Caractéristiques des quatre secteurs d'enquête situés dans la zone d'étude de la RN106 entre Nîmes et Alès	118
3.4	Représentativité statistique des données socio-démographiques issues de l'enquête par cartes mentales comparée à celles du RGP de 1999	120
3.5	Représentativité statistiques des données de l'enquête par cartes mentales sur la durée de résidence et le statut familial comparée à celles du RGP de 1999	121
3.6	Extrait du tableau de construction des indices cartographiques de représentation du risque sur l'itinéraire principal	125
3.7	Discrétisation en trois classes des indices de sous-estimation et de surestimation de la représentation du risque de crue rapide sur les routes du Gard	126
3.8	Méthode de constitution de l'indice de représentation cartographique du risque de coupures sur l'itinéraire principal selon quatre modalités.	127
4.1	Relations statistiques entre les variables représentant l'ordre de Strahler des rivières citées par les sondés et l'ordre de Strahler objectif de la rivière la plus proche	133
4.2	Tableau de contingence issu du tri croisé entre ordre de Strahler de la rivière désignée comme la plus proche et l'ordre de Strahler objectif de la rivière la plus proche de la commune d'habitation	134
4.3	Synthèse des variables influant sur les représentations de l'aléa crue rapide dans le Gard	138
4.4	Représentation de l'exposition sur le lieu de résidence en fonction du secteur d'habitation	140

4.5	Synthèse des résultats des analyses bi-variées entre indice cartographique de représentation sur l'itinéraire principal, indices de sous-estimation et de surestimation avec les variables socio-démographiques et spatiales	142
4.6	Synthèse des résultats et facteurs explicatifs de la représentation de l'exposition dans l'environnement quotidien Gardois	144
4.7	Représentation des niveaux de danger associés à différentes morphologies routières	148
4.8	Synthèse des facteurs explicatifs de la représentation des circonstances de plus grande vulnérabilité dans l'environnement quotidien gardois	148
4.9	Synthèse des relations statistiques entre variables de mobilité et variables socio-démographiques	151
4.10	Synthèse des relations statistiques entre variables de mobilité et indices d'exposition et de représentation issus de l'analyse des cartes mentales	153
4.11	Variables contribuant à la définition des 4 premiers axes factoriels	154
4.12	Typologie en 6 classes des mobilités dans le secteur de la RN106 entre Nîmes et Alès	157
4.13	Synthèse des variables significatives influençant les représentations du risque de crue rapide et la perception du danger	164
5.1	Synthèse des circonstances des accidents fatals survenus lors de la crue de septembre 2002 dans le Gard	179
6.1	Représentation du meilleurs moyen de quitter son lieu de résidence ou d'hébergement pour les populations touristiques et résidentes du Gard	213
6.2	Synthèse des variables significatives influant sur les comportements en temps de crise hydro-météorologique	219
6.3	Variables contribuant à la définition des 5 premiers axes factoriels	225
6.4	Typologie en 8 classes des comportements déclarés lors de l'enquête résidents, Gard 2004	227
6.5	Comparaison entre la typologie des comportements déclarés en 2004 et les comportements observés en 2002	231
6.6	Synthèse de la comparaison entre la typologie de 2004 et comportements observés en 2002	232

ANNEXES

I Les 25 principales crues historiques depuis le XIX^e siècle

Date de la crue	Cours d'eau	Observation	Victimes
29-30/09/1815	Cèze, Gardon d'Alès, Rhône	pluies diluviennes	plusieurs victimes
30-31/08/1834	Gardons		5 victimes à Ners
03/11/1840	Rhône	9 640 m ³ /s, 13 000 m ³ /s si digues pas rompues	non précisé
30-31/05/1856	Rhône	crue considérable : 11 640 m ³ /s à Beaucaire	non précisé
11/10/1861	Gardon (Alès, Anduze, Mialet, Saint-Jean, réunis), Salindrenque, Alzon, Cèze, Hérault, Albaigne	bilan humain très lourd	105 victimes à Bordezac (mine de Lalle), 2 victimes à Aumessas
12/11/1886	Rhône	10 200 m ³ /s à Beaucaire	non précisé
20-22/09/1890	Gardon (Alès, Anduze, Mialet, Saint-Jean, réunis), Salindrenque, Cèze, Luech, Hérault, Arre, Vidourle, cadereaux, Ardèche.	44 communes citées	2 victimes (Saint Hippolyte du Fort, Aumessas)
20-23/10/1891	Gardon (Alès, Anduze, Mialet, Saint-Jean, réunis), Salindrenque, Alzon, Tave, Vidourle, cadereaux, Rhône	31 communes citées	non précisé
27-30/09/1900	Gardon (Alès, Anduze, Saint-Jean, réunis), Hérault, Clarou, Vidourle, Rhône, Cèze	24 communes citées	1 victime à Pontails et Brésis
26-28/09/1907	Cèze, Gardon (Alès, Anduze, Mialet, Saint-Jean, réunis), Hérault, Arre, Vidourle.	39 communes citées	non précisé
16-18/10/1907	Gardon (Alès, Anduze, Mialet, réunis), Cèze, Homol, Luech, Vidourle, Argentesse	24 communes citées	non précisé
22/09/1909	Cèze, Alauzène, Auzonnet, Tave, Gardon (Alès, Anduze, réunis), Vidourle, Vistre	25 communes citées	7 victimes (Allègre les Fumades, Bellegarde, Bernis, Rivières)
24-25/06/1915	Gardon (Alès, Anduze, Mialet, Saint-Jean, réunis), Alzon, Bourdic, Droude, Rhôny, Cadereaux, Vidourle, Courme, Quinquillan.	38 communes citées	non précisé

I. Les 25 principales crues historiques depuis le XIX^e siècle

26-27/09/1933	Vidourle, Argentesse, Brestalou, Rieumassel, Courme, Crieulon, Crespénou, Gardon (Alès, Anduze, Saint-Jean,réunis), Salindrenque, Cèze, Hérault, Arre, Vis, Vistre, Rhône	39 communes citées	7 victimes (Sauve, Quissac)
12-16/11/1935	Rhône	9600 m3/s à Beaucaire	plusieurs victimes
30/09 et 04/10/1958	Gardon (Alès, Anduze, réunis), Galeizon, Cèze, Luech, Hérault, Rieumassel, Vidourle, Crespenou, Crieulon, Rieumassel	crue considérable, 60 communes citées, 45 communes sinistrées, Cèze à 11 m à Saint Ambroix, Vidourle à 7 m à Quissac et 7,70m à Sommières, Gardon à 8,20 m à Remoulins	35 victimes (dont la moitié surprise dans leur véhicule entre Ners et Boucoiran-et-Nozières et 5 emportées avec leur maison à Anduze)
14/10/1983	Gardon, Cèze, Vistre, Hérault	93 communes sinistrées	pas de victimes
03/10/1988	Vistre, cadereaux, Gardons, Vidourle	76 communes classées en CATNAT	9 victimes, 4 MM FF de dégâts
01-14/10/1993	Rhône	9800 m3/s à Beaucaire, 13 communes sinistrées	pas de victimes
07-15/01/1994	Rhône	11000 m3/s à Beaucaire, 19 communes sinistrées	pas de victimes
19-21/10/1994	Vidourle, Cèze, Vistre	92 commune sinistrées	pas de victimes
27-28/05/1998	Gardon, Cèze	105 communes sinistrées	pas de victimes
08-10/09/2002	Gardon, Vidourle, Cèze, Vistre, Rhône	crue considérable affectant l'ensemble, du département, 299 communes sinistrées	22 morts, 830 M€ de dégâts
01-04/12/2003	Rhône	37 communes sinistrées	1 mort, 300 M€
06-09-09/2005	Vistre, Rhony, cadereaux, Gardon	86 commune sinistrées	pas de victime, 27 M€ de dégâts

II Questionnaires utilisés pour les enquêtes

II.1 Enquête par carte mentale

Enquête sur la perception du risque de crues rapides sur les routes du Gard entre Nîmes et Ales

1. Enquêteur

2. Questionnaire n°

3. Date heure

4. Lieu

5. INSEE

Bonjour, je suis étudiante à l'Institut de Géographie Alpine de Grenoble et je réalise une enquête sur les crues dans le cadre de l'Observatoire Hydrométéorologique Cévennes-Vivarais. Avez-vous quelques minutes pour répondre à mon questionnaire ?

6. Coordonnées GPS

7. Dans quelle commune habitez-vous ? (la plus grande partie de l'année)

8. INSEE

9. Depuis combien de temps résidez vous dans cette commune ?

10. Avez-vous déjà fait l'expérience d'une inondation ?
 Oui Non NR

11. Si oui, précisez où ?

12. Et quand ?

DEPLACEMENTS REGULIERS

13. Quelle est la destination (le lieu, commune) où vous vous rendez le plus souvent ? (Etre le plus précis possible prendre l'adresse si possible)

14. Quelle est la raison de ce déplacement ?
 Activité professionnelle Ecole des enfants Loisirs Loisirs des enfants Visite de la famille
 Ravitaillement Autres

II. Questionnaires utilisés pour les enquêtes

15. **Autres (précisez):**

16. **Quelle est la fréquence de ce déplacement ?**
 Tous les jours Plusieurs fois/semaine 1 fois/semaine Plusieurs fois/mois 1 fois/mois
 Autres NR

17. **Par quel moyen de transport vous y rendez-vous ?**
 Voiture utilitaire léger Véhicule lourd 4x4 Bus Train 2 roues Apied Autres NR

18. **A l'aide de cette carte pouvez vous m'indiquer l'itinéraire que vous empruntez le plus souvent pour vous y rendre ? (Le matérialiser en bleu sur la carte)**

19. **Pensez-vous que cet itinéraire puisse être dangereux en cas de très fortes pluies, c'est à dire pour un niveau de vigilance orange déclaré par Météo France ?**
 Oui Non Ne sait pas NR

20. **Pensez-vous que cet itinéraire puisse être dangereux en cas de pluies extrêmes, c'est à dire pour un niveau de vigilance rouge déclaré par Météo France ?**
 Oui Non Ne sait pas NR

21. **(Si oui à la question 17 ou 18) Quelles sont, selon vous, les portions de routes pouvant être dangereuses en cas de pluies pour un niveau de vigilance orange ? (hachures oranges) Pour un niveau de vigilance rouge ? (hachures rouges)**

22. **Pourquoi pensez-vous que ces portions soient dangereuses ?**

23. **Connaissez-vous un itinéraire plus sûr que votre itinéraire habituel en cas d'inondation ?**
 Oui Non Ne sait pas NR

24. **Si oui, lequel ? (Le matérialiser en vert sur la carte)**

25. **Pourquoi pensez-vous que celui-ci soit plus sûr que votre itinéraire habituel ?**

CONNAISSANCE DU RISQUE DE CRUE RAPIDE

26. **Selon vous, quelle est la période la plus favorable aux inondations dans le Gard ?**
 Décembre à février Mars à Mai Juin à août Septembre à novembre Ne sait pas NR

27. **En cas de très fortes pluies, combien de temps faut-il au Gardon pour que son niveau commence à s'élever ?**

28. **A votre avis, lors de la crue (l'inondation) de 2002, quelle hauteur a atteint le Gardon au pont du Gard ? Pouvez-vous me montrer cette hauteur sur la photo ?**
 Sous estimation A peu près correct Surestimation Ne sait pas NR

29. **En comparaison du Gardon, pensez-vous que la vitesse de montée des eaux d'un petit ruisseau face aux mêmes intensités de pluies soit :**
 Beaucoup plus lente Un peu plus lente Même vitesse que le Gardon Plus rapide
 Beaucoup plus rapide Ne sait pas NR

30. A votre avis, à partir de quelle hauteur d'eau un adulte en bonne santé peut-il être emporté par le courant ?

- 10 cm 40 cm 70 cm 1 m Ne sait pas NR

31. A votre avis, à partir de quelle hauteur d'eau une voiture peut-elle être emportée par le courant ?

- 10 cm 40 cm 70 cm 1 m Ne sait pas NR

32. A votre avis, en cas d'inondation, dans quelle circonstance une personne a-t-elle le plus de chance de subir un accident fatal ?

- En restant à l'intérieur d'un bâtiment A l'occasion d'un trajet à pied A l'occasion d'un trajet en voiture
 Ne sait pas NR

33. Dans les situations suivantes, le long d'un itinéraire routier dans le Gard et en cas d'inondations comment qualifieriez-vous le danger ? Sur un pont au-dessus d'un cours d'eau ?

- Faible Moyen Fort Ne sait pas NR

34. Sur une portion de route longeant un cours d'eau ?

- Faible Moyen Fort Ne sait pas NR

35. Sur une portion de route traversant une dépression topographique ?

- Faible Moyen Fort Ne sait pas NR

36. Sur une portion de route dominée par des pentes ?

- Faible Moyen Fort Ne sait pas NR

37. Selon vous, dans des conditions de très fortes pluies, quand les routes commencent à être inondées, quel est le moyen de locomotion le moins dangereux ?

38. Pensez-vous que les bulletins de vigilance orange de Météo France pour des prévisions de pluies dangereuses dans le Gard annoncent un potentiel danger pour votre vie ?

- Oui Non Ne sait pas NR

39. Les bulletins de vigilance rouge ?

- Oui Non Ne sait pas NR

40. Avez-vous confiance dans les prévisions de météo France ?

- Toujours Souvent Rarement Jamais Ne sait pas NR

41. En cas d'inondation, dans quelle circonstance vous sentez-vous le plus vulnérable (fragile) ?

- A la maison Au travail Sur la route Autres Ne sait pas NR

42. Si autre, précisez :

43. Pensez-vous habiter dans une zone inondable ?

- Oui Non Ne sait pas NR

44. Où travaillez-vous ? (localisation sur la carte)

45. Pensez-vous travailler dans une zone inondable ?

- Oui Non Ne sait pas NR

46. Comment pouvez-vous qualifier l'information que vous disposez sur les risques d'inondation dans le Gard et des moyens de s'en protéger ?

- Inexistante Insuffisante Suffisante Trop abondante Ne sait pas NR

II. Questionnaires utilisés pour les enquêtes

47. En cas d'inondation, avez vous été informé de l'existence ?

- D'hébergements refuges De point de ralliement D'itinéraires d'évacuation
 D'un plan communal de secours/sauvegarde Aucune information NR

Vous pouvez cocher plusieurs cases (4 au maximum).

48. En matière de risque d'inondation, de qui vient la majorité des informations dont vous disposez ?

- Mairie Pompier/Police/Gendarme Proches (famille, amis)
 Entreprise/Employeur Ecole Organisation citoyenne/Association
 Communauté scientifique Médias Autre

Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).

49. Si autre, précisez :

50. Par quels moyens ces informations vous sont-elles diffusées ?

- Télévision Radio
 Internet Presse écrite
 Bouche à oreille Brochures d'information
 Affichage public Réunion publique
 Document en mairie (DICRIM, PPRi) Autre
 NR

Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).

51. Si autre, précisez :

RENSEIGNEMENTS PERSONNELS

52. Sexe :

- Femme Homme NR

53. Age :

54. Niveau d'étude :

- Sans diplôme Certificat d'étude/Brevet des collèges CAP/BEP Baccalauréat Bac+2 Bac+3-4
 Bac +5 et + Autre NR

55. Profession :

56. Vous vivez ?

- Seul(e) Seul(e) avec des enfants En couple En couple avec des enfants
 En colocation avec des amis Autre NR

II.2 Enquête auprès de la population touristique

questionnaire survey intended for tourists

Date : _____ n°questionnaire : _____
Lieu : _____

Enquête sur les Déplacements dans le Gard

août/septembre 2004

I'm doing a survey on mobility in the Gard region (academic study in collaboration with the prefecture and roads administration). Would you mind giving me about ten minutes, please?

1. Where do you live?
 France Abroad NR
Cf. tableau récapitulant le nombre d'individus attendus par nationalité (sources CDT 2003)

2. If 'France', in which département? : _____

3. If 'Abroad', in which country? : _____

4. Do you understand?
 French language English language NR

TYPE DE SEJOUR

5. Why did you come to the Gard region for?
 Sports and leisure Holidays Professional Family event Other NR

6. If 'Other', specify : _____

7. During your stay here, you are :
 Alone In couple With the family With friends Other NR
Aller à '9. accompagnement_enfants' si accompagnement = "With the family"

8. If 'Other', précisez : _____

9. If you travel with children less than eighteen, do they join in activities without you or an adult of your group?
 Yes No NR

10. During your stay in the Gard region, your accommodation is :
 Always in the same place In different places with some stops of several days each time Never in the same place
 NR
Could you please localize on this map the place where you stay or give me the name of your town of residence?

11. How long do you stay in the Gard region?
 two days or less less than one week one or two week more than two weeks NR

12. During your stay, what kind of accommodation do you use?
 Rental accommodation Second home, family, friends Camp ground Other NR
Aller à '15. terrain' si type hébergement = "Camp ground"
Aller à '16. camping' si type hébergement = "Camp ground"
Aller à '14. hébergement en dur' si type hébergement # "Camp ground"

13. If 'Other', specify : _____

14. If your accommodation is a building, is it :
 With floors Without floors NR

15. If you do camping, is it :
 On campsite Wilderness camping NR

16. If you do camping, is it with:
 Tent Caravan Camper Bungalow Mobil-home Other NR

II. Questionnaires utilisés pour les enquêtes

17. If 'Other', specify :

18. Have you chosen the Gard region to practice one of these activities?
 Kayak Rafting Canyoning Canoe Bathe Horseback riding Bicycle Hike Other
 No NR
Vous pouvez cocher plusieurs cases (9 au maximum).

19. If 'Other', specify:

CONNAISSANCE DU GARD

20. How many times have you ever come to the Gard region?
 Once to several times a year Once to several times during the last ten years
 once to several times more than ten years ago It's the first time
 NR

21. If 'Once to several times a year', specify how many times :

22. If 'Once to several times during last ten years', specify how many times

23. What are the places of interest that you've already visited during this stay?
 1 2 3
 4 5 6
 7 8 9
 10 11 12
 13 14 15
 16 17 18
 19 20 21
 22 23 24
 25 26 27
 28 29 30
 31 32 33
 34 35 I didn't visit any of these
 NR
Cf liste de sites et /ou carte

24. If '35', specify :

25. What are the places of interest that you think you will visit before you leave?
 1 2 3
 4 5 6
 7 8 9
 10 11 12
 13 14 15
 16 17 18
 19 20 21
 22 23 24
 25 26 27
 28 29 30
 31 32 33
 34 35 I won't visit any of these
 NR
Cf liste de sites et /ou carte

26. If '35', specify :

27. When you go to places faraway, it's generally

- By car By bicycle By bus Other NR

28. If 'Other', specify :

29. In this case, you rather use:

- Hightways Mainroads Second roads Tracks NR

30. The shorter déplacements (less than ten kilometers) are done :

- By car By bicycle By bus Other NR

31. If 'Other', specify :

32. In this case, you rather use:

- Hightways Mainroads Second roads Tracks NR

33. During you stay, do you often consult meteorological forecast?

- Several times a day Once a day Several time a week Once a week Rarely Never NR

CONNAISSANCE DU PHENOMENE DE CRUES RAPIDES

Perhaps you know that majors natural hazards had occured in the Gard these last years,

34. Could you tell me what kind of natural hazard it is?

- Yes No NR

35. If 'Yes', Which one ? :

Major flash floods had occured in the department in 2002 (two thousand two)

36. Have you ever experienced flood event?

- Yes No NR

37. If 'Yes', specify Where and When :

38. Please classify from one to four the periods that seems to you to be the most auspicious to flooding in the Gard region :

- December to February March to May June to August September to November

39. In the Gard, would you say that the interval between the beginning of the rain and the overflow of the river can be of :?

- Nothing ten minutes one hour ten hours more than ten hours I don't know NR

40. In case of flooding in this region, would you say that the river can add up to :

- fifty centimeters six meters (two floors of houses) fourteen meters (five floors of houses) I don't know NR

41. Do you understand the term "hundred year flood"?

- Yes No NR

42. According to you, what does it mean?

- Flood that occurs every hundred years Flood that has a one percent chance of occuring in any year Other
 I don't know NR

43. If 'Other' specify :

44. Do you think that the type of flood that occured in 2002 (two thousand two) can happened here:

- Each year Once by period of ten years Once by period of fifty years Once by period of hundred years
 Other opinion NR

45. If 'Other opinion' specify :

46. Do you think that type of flood can happened this year?

- Yes No NR

II. Questionnaires utilisés pour les enquêtes

47. According to you, from which water depth a person may move downstream?

- ten cm forty cm seventy cm 1 meter I don't know NR

48. According to you, from which water depth a car may move downstream on a flat road?

- 10 cm 40cm 70 cm 1 m I don't know NR

49. According to you, from which water depth a car may move downstream on a steep road?

- 10 cm 40 cm 70cm 1 m I don't know NR

50. Have you ever noticed indications about previous flooding in the Gard region?

- Yes No NR

51. If 'Yes' which ones :

INFORMATION PREVENTIVE ET ALERTE

52. Have you ever heard of the "vigilance maps of Météo France"?

- Yes No NR

Aller à '53. utilité carte vigilance' si carte vigilance = "Yes"

53. What are they used for?

Those documents are used for preventing the population of the possible occurrence of dangerous meteorological phenomenon and the precaution it required.

54. Whom are you the more confident in to give you information on what to do in case of flooding?

- Local officials Medias Civil security agents and policemen Your own appreciation of the environment
 The neighbours Météo France Other NR

55. If 'Other' specify :

56. What information seems to be the most useful to you for adapting your behaviour when a flood warning starts?

- Instructions to follow
 The maximum water depth envisaged in the rivers
 The closed roads and the advised routes
 The time with a margin of 2 hours when the town should be strike
 The indication of area prone to floods
 NR

57. Please classify according to you, what would be the three best ways to alert you in case of flooding during the day?

- Local radio Television Public display Loudspeaker Siren E-mail Mobile phone
 Gate with gate Other NR

58. If 'Other' specify :

59. Please classify according to you, what would be the three best ways to alert you in case of flooding during the night?

- Local radio Television Public display Loudspeaker Siren E-mail Mobile phone
 Gate with gate Other NR

60. If 'Other' specify ::

61. Are you informed of the existence of:

- Place of refuge Meeting place Evacuation itineraries NR

Vous pouvez cocher plusieurs cases (3 au maximum).

COMPORTEMENT EN CAS D'ALERTE ET DE CRISE

62. Imagine that dangerous precipitations are forecasted in the Gard region during your stay, the orange level of vigilance is on, what behaviour would you adopt?

- You cancel your displacements
- No change, you maintain your activities and displacements
- You look for more information before adapting your activities and displacements
- You maintain your activities and adapt your itinerary
- NR

63. Imagine that dangerous precipitations of an exceptional intensity are forecasted in the Gard region during your stay, the red level of vigilance is on, what behaviour would you adopt?

- You cancel your displacements
- No change, you maintain your activities and displacements
- You look for more information before adapting your activities and displacements
- You maintain your activities and adapt your itinerary
- NR

64. You need to take your car while very intense precipitations are falling down on the region, you look for information. Please classify by preference order the 3 ways that seems to be the more adapted.

- | | | |
|---------------------------------------|---|----------------------------------|
| <input type="radio"/> Local radio | <input type="radio"/> Toll-free number | <input type="radio"/> Internet |
| <input type="radio"/> family, friends | <input type="radio"/> Local officials | <input type="radio"/> Neighbours |
| <input type="radio"/> Météo France | <input type="radio"/> Civil security agents and policemen | <input type="radio"/> Television |
| <input type="radio"/> Other | <input type="radio"/> NR | |

65. If 'Other' specify :

66. You are staying in your accommodation while very intense precipitations are falling down on the region and water is starting running in the streets, what is your reaction?

- You go next to the river to supervise the evolution
- You stay where you are and wait for information
- You try to know how your neighbours react because they probably know what to do
- You leave the place
- Other
- NR

Aller à '68. réaction2' si réaction = "You leave the place"

Aller à '69. réaction3' si réaction = "You leave the place"

67. If 'Other' specify :

68. By which means ?

69. Towards where?

70. You are driving your car, the rainfall is intense and the roads start to be submerged, what will you do?

- You driving to a high point
- You go back to your accommodation
- You carry on your way prudently
- You leave your vehicle and walk to shelter
- You stop your vehicule under trees waiting for better conditions
- Other
- NR

71. If 'Other' specify :

72. What would be your reaction, if you get an evacuation order?

- | | |
|--|--|
| <input type="radio"/> I would evacuate immediatly following given instructions | <input type="radio"/> You look for a confirmation of this order |
| <input type="radio"/> You refuse to evacuate | <input type="radio"/> You wait to see the evolution of the situation |
| <input type="radio"/> I don't know | <input type="radio"/> NR |

II. Questionnaires utilisés pour les enquêtes

73. What is the main reason that could prevent or delay your evacuation in case of flooding?

You could not give up your pets Some members of your family could try to join you
 You think you are in security You are afraid of leaving your goods
 Other I don't know
 NR

IDENTIFICATION

74. How old are you?

< 25 ans 25-45 ans 45-65 ans 65 ans et plus NR

75. sexe

homme femme

76. What is your job?

1 2 3 4 5 6 7 8 NR

cf tableau des CSP

77. Do you have a mobile phone?

yes no NR

78. What type of vehicle do you have with you in the Gard?

four wheels car other type of car Camper car Motor bike Other type of vehicle NR

Thank you for your participation. You could obtain the results of this survey in few months from the Institute of Alpine Geography, in Grenoble. Cf carte de Céline Lutoff.

II.3 Enquête auprès de la population résidente

Date : questionnaire survey designed for
Lieu : local population n° questionnaire :

Enquête sur les déplacements dans le Gard

Je réalise une enquête sur les déplacements dans le Gard dans le cadre d'une étude universitaire, auriez vous une dizaine de minutes à m'accorder?

1. Quel est votre âge?
 <25 ans 25-45 ans 45-65 ans 65 ans et plus NR

2. Quelle est votre catégorie professionnelle ?
 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 NR

3. Quelle est votre commune de résidence ?
 voir liste

4. Depuis combien de temps habitez-vous dans la commune?

5. Où habitez-vous avant?

6. Dans quel type d'habitation vivez-vous?
 Maison individuelle Immeuble collectif Autre NR
 Aller à '8. maison individuelle' si type d'habitation = "Maison individuelle"
 Aller à '9. étage immeuble' si type d'habitation = "Autre"

7. Si 'Autre', précisez :

8. Est-ce une habitation:
 De plein-pied A étage NR

9. A quel étage habitez-vous?

10. Est ce votre :
 Résidence principale Résidence secondaire NR
 Aller à '11. période résidence 2ndaire' si principale_secondaire = "Résidence secondaire"

11. Quelles sont les périodes auxquelles vous occupez ce logement?
 janvier février mars avril mai juin juillet août septembre octobre novembre
 décembre NR
 Vous pouvez cocher plusieurs cases (12 au maximum).

12. Quel est/sont le(s) cours d'eau le(s) plus proche(s) de chez vous?

Déplacements travail

13. Dans quelle commune exercez-vous votre activité?

14. Par quel moyen de transport vous-y rendez-vous?
 Véhicule personnel A pied Transport en commun Transport scolaire Autre NR
 Aller à '17. routes' si transport = "véhicule personnel" ou transport = "A pied"

15. Si 'Autre', précisez :

16. Combien de temps vous prend le trajet aller?

17. Utilisez-vous plutôt pour ce trajet :
 Autoroutes Routes Nationales Routes Départementales, petites routes Chemins NR

18. Quels sont vos horaires habituels d'arrivée et de départ de votre travail?

II. Questionnaires utilisés pour les enquêtes

Enfants	
19. Avez-vous des enfants en âge scolaire?	<input type="radio"/> oui <input type="radio"/> non <input type="radio"/> NR
20. Combien sont-ils ?	<input type="radio"/> 1 <input type="radio"/> 2 <input type="radio"/> 3 <input type="radio"/> 4 et plus <input type="radio"/> NR
21. Quel âge ont-ils ?	<input type="text"/>
22. Dans quelle(s) commune(s) se trouvent leurs établissements ?	<input type="text"/>
<i>voir liste INSEE</i>	
23. Comment se rendent-ils dans leurs établissements ?	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> A pied <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> En 2 roues <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Transport en commun <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Transport scolaire <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Voiture individuelle <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Co-voiturage (voisins, parents...) <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> NR
24. Vont-ils à leurs établissements	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Seuls <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Accompagnés d'un adulte <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> NR
25. Quel est leur régime ?	<input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Externe <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Demi-pensionnaire <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> Interne <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> <input type="radio"/> NR <i>Aller à '26. repas midi' si régime = 'O O O Externe'</i>
26. Dans quelle(s) commune(s) prennent-ils leur repas le midi ?	<input type="text"/>
<i>voir liste INSEE</i>	
Courses	
27. Dans quelle commune se trouve votre supermarché habituel ?	<input type="text"/>
<i>voir liste INSEE</i>	
28. Faites-vous vos courses, plutôt :	<input type="radio"/> en semaine <input type="radio"/> le week-end <input type="radio"/> NR
Connaissance du phénomène de crues rapides	
<i>Une partie de notre travail porte sur les déplacements en période de crise.</i>	
29. Quel est le phénomène naturel que vous craignez le plus dans le Gard ?	<input type="text"/>
30. Avez-vous déjà fait l'expérience d'une inondation ?	<input type="radio"/> Oui <input type="radio"/> Non <input type="radio"/> NR
31. Si 'Oui', précisez Où et Quand :	<input type="text"/>
32. Classez les 2 périodes qui selon vous sont les plus favorables aux inondations dans le Gard :	
1. De décembre à février 2. De mars à mai 3. De juin à août 4. De septembre à novembre 5. Ne sais pas 6. NR	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
<i>Ordonnez 2 réponses.</i>	

33. Dans le Gard, pour les plus petits cours d'eau, diriez-vous que l'écart entre le moment où il pleut et le moment où la rivière déborde peut être de :

- Pas de décalage 10 min 1 heure 10 heures plus de 10 heures Ne sais pas NR

Vous pouvez cocher plusieurs cases (2 au maximum)

34. En cas d'inondation dans la région, diriez-vous que la rivière peut monter au maximum de :

- 50 cm 6 m (2 étages de maison) 14 m (5 étages de maison) Ne sais pas NR

35. Connaissez-vous le terme de "crue centennale" ?

- Oui Non NR

36. Selon vous ce terme signifie :

- Une crue qui se produit tous les 100 ans Une crue qui a une chance sur 100 de se produire chaque année Autre
 Ne sais pas NR

37. Si 'Autre', précisez :

38. Pensez-vous qu'ici les inondations du type de celle de 2002 peuvent se produire :

- Chaque année 1 fois par période de 10 ans 1 fois par période de 50 ans 1 fois par période de 100 ans
 Autre avis NR

39. Si 'Autre avis', précisez :

40. Pensez-vous qu'une inondation de ce type soit possible cette année ?

- Oui Non NR

41. A votre avis, à partir de quelle hauteur d'eau une personne peut-elle être emportée par le courant ?

- 10 cm 40cm 70cm 1m Ne sais pas NR

42. A votre avis, à partir de quelle hauteur d'eau une voiture qui roule peut-elle être emportée par le courant ?

- 10 cm 40cm 70cm 1m Ne sais pas NR

43. Avez-vous déjà remarqué des indications marquant les précédentes crues dans le Gard ?

- Oui Non NR

44. Si 'Oui', précisez lesquelles :

Information préventive et alerte

45. Avez-vous déjà entendu parler des cartes de vigilance de Météo France ?

- Oui Non NR

Aller à '46. A quoi servent-elles?' si carte vigilance = "Oui"

46. A quoi servent-elles ?

Ces documents servent à informer la population de l'arrivée possible de phénomènes météorologiques dangereux et des précautions à prendre dans ce cas.

47. En qui avez-vous le plus confiance pour donner des informations sur la conduite à tenir en cas d'inondation ?

- Les responsables locaux (maire, préfecture) Les médias Les pompiers ou les gendarmes
 Votre propre appréciation de l'environnement Les voisins Météo France
 Autre NR

48. Si 'Autre', précisez :

49. Quelle information vous semble la plus utile pour adapter votre comportement lorsqu'une alerte inondation est déclenchée ?

- Les consignes à suivre Les hauteurs d'eau maximum prévues dans les rivières
 Les routes coupées et les itinéraires conseillés L'horaire à 2h auquel va être touché la commune
 La signalisation des zones potentiellement inondables Autre
 NR

II. Questionnaires utilisés pour les enquêtes

50. Si 'Autre', précisez :

51. Classez ce qui selon vous seraient les 3 meilleurs moyens de vous alerter en cas d'inondation en journée et pendant la nuit:

Radio locale Télévision Affichage public Haut-parleur Sirène E-mail
 Téléphone portable Porte à porte Autre NR

52. Si 'Autre', précisez :

53. Avez-vous été informés de l'existence

D'abris ou de refuges De points de ralliement D'itinéraires d'évacuation D'un plan d'alerte communal
 Non NR

Vous pouvez cocher plusieurs cases (1 au maximum).

54. Pensez-vous habiter dans une zone inondable?

Oui Non Ne sais pas NR

55. Pourquoi?

comportement en cas d'alerte et de crise

56. Imaginons que des précipitations dangereuses sont prévues dans le Gard, le niveau de vigilance orange est déclenché (niveau 3/4), quel comportement adoptez-vous? Et en cas de niveau de vigilance rouge (niveau 4/4)?

Vous annulez vos déplacements
 Pas de changement, vous maintenez vos activités et vos déplacements
 Vous chercher plus d'informations avant d'adapter vos activités et vos déplacements
 Vous maintenez vos activités et adaptez vos déplacements
 NR

57. Vous devez prendre votre voiture alors que de fortes précipitations s'abattent sur la région, vous cherchez des informations. Classez par ordre de préférence les 3 moyens qui vous semblent les plus adaptés.

La radio locale Numéro Vert (gratuit)
 Internet La famille, les amis
 Les responsables locaux (mairie, préfecture) Les voisins
 Météo France Les pompiers ou les gendarmes
 La télévision Autre
 NR

58. Si 'Autre', précisez :

59. Vous êtes sur votre lieu d'hébergement, de très fortes précipitations s'abattent sur la région et l'eau commence à couler dans les rues, quelle est votre réaction?

Vous vous approchez du cours d'eau pour en surveiller l'évolution
 Vous restez où vous êtes et attendez des informations
 Vous essayez de voir comment réagissent vos voisins, ils doivent probablement savoir ce qu'il faut faire
 Vous quittez les lieux
 Autre
 NR

*Aller à '62. Où' si réaction = "Vous quittez les lieux"
Aller à '61. moyens' si réaction = "Vous quittez les lieux"*

60. Si 'Autre', précisez :

61. Par quels moyens quittez-vous les lieux?

62. Vers où?

63. Vous êtes au volant de votre voiture, la pluie est intense et les routes commencent à être submergées, que faites-vous?

- Vous roulez vers un point haut
- Vous rentrez à votre hébergement
- Vous poursuivez votre trajet prudemment
- Vous abandonnez votre véhicule et partez à pied vous mettre à l'abri
- Vous amenez votre voiture sous un abri en attendant que les conditions s'améliorent
- Autre
- NR

64. Si 'Autre', précisez :

65. Quelle serait votre réaction si vous receviez l'ordre d'évacuer en cas d'inondation?

- Vous évacuez immédiatement en suivant les instructions qui vous ont été données
- Vous cherchez à avoir confirmation de cet ordre
- Vous refusez d'évacuer
- Vous attendez de voir l'évolution de la situation
- Ne sais pas
- NR

66. Quelle est la principale raison qui pourrait vous empêcher ou retarder votre évacuation en cas d'inondation?

- Vous ne pouvez pas abandonner vos animaux domestiques
- Certains de vos proches pourraient essayer de vous joindre ou de vous rejoindre
- Vous êtes en sécurité là où vous êtes
- Vous avez peur d'abandonner vos biens
- Autre
- Ne sais pas
- NR

67. Si 'Autre', précisez :

68. Une alerte inondation est déclenchée alors que vos enfants sont à l'école, que faites-vous?

- Vous allez immédiatement les chercher
- Vous restez là où vous êtes, vous savez qu'ils sont pris en charge par l'établissement
- Vous ne pouvez pas les récupérer vous-même mais vous avertissez un parent ou un ami qui viendra les chercher au plus tôt
- Autre
- NR

69. Si 'Autre', précisez :

Identification

70. sexe

- homme
- femme

71. Possédez-vous un téléphone portable?

- Oui
- Non
- NR

72. Quel type de véhicule possédez-vous,

- 4*4
- Autre type de voiture
- Moto
- Autre type de véhicule
- NR

III Typologie des mobilités à risque

L'analyse factorielle, et en particulier l'analyse des correspondance multiples (ACM), dans le cas de variables qualitatives nominales ou ordinales, constitue la première étape de la typologie. Elle tente de réduire le nombre de colonnes de notre tableau de données en cherchant à mettre en évidence des structures fortes entre les variables et/ou les modalités et en éliminant des effets marginaux. Pour cela, cette technique, qui repose sur du calcul matriciel, va créer de nouvelles variables, appelées facteurs ou axes factoriels, en fonction des interrelations, proximités entre les différentes modalités. Ces facteurs, qui sont donc des résumés des variables initiales, présentent la particularité d'être indépendants les uns des autres et d'être hiérarchisés entre eux, le premier axe apportant une information plus importante que le second et ainsi de suite. Cette dernière propriété permet, lors du dépouillement, de ne s'intéresser qu'aux premiers axes factoriels, qui croisés deux à deux forment des plans factoriels. La représentation graphique d'un plan factoriel permet de visualiser les proximités entre les modalités. Ainsi, l'analyse factorielle s'avère être une technique exploratoire indispensable pour structurer les données, mais qui ne permet pas facilement de délimiter les contours de groupes d'individus. Elle doit donc être complétée par une classification ascendante hiérarchique (CAH), réalisée sur un sous-espace défini par les premiers facteurs les plus significatifs. Ce traitement permet de regrouper ensemble les individus dont les modalités de réponse présentent le plus de proximité dans cet espace.

SELECTION DES INDIVIDUS ET DES VARIABLES UTILES

VARIABLES NOMINALES ACTIVES

7 VARIABLES 33 MODALITES ASSOCIEES

4 . Secteur de la commune d'habitation	(4 MODALITES)
5 . Secteur de la commune de destination	(8 MODALITES)
11 . Recodage 4 modalités raison déplacement	(4 MODALITES)
12 . Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	(5 MODALITES)
80 . Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes NT	(4 MODALITES)
87 . Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	(4 MODALITES)
90 . Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur	(4 MODALITES)

VARIABLES NOMINALES ILLUSTRATIVES

4 VARIABLES 20 MODALITES ASSOCIEES

60 . Sexe	(3 MODALITES)
62 . Age recodé	(4 MODALITES)
66 . Statut familial recodé (2 modalités)	(3 MODALITES)
67 . CSP (10 modalités)	(10 MODALITES)

INDIVIDUS

POIDS DES INDIVIDUS: Poids des individus, uniforme egal a 1.	UNIF
RETENUS NITOT = 200	PITOT = 200.000
ACTIFS NIACT = 200	PIACT = 200.000
SUPPLEMENTAIRES NISUP = 0	PISUP = 0.000

ANALYSE DES CORRESPONDANCES MULTIPLES

APUREMENT DES MODALITES ACTIVES

SEUIL (PCMIN) :	2.00 %	POIDS:	4.00
AVANT APUREMENT :	7 QUESTIONS ACTIVES		33 MODALITES ASSOCIEES
APRES :	7 QUESTIONS ACTIVES		32 MODALITES ASSOCIEES
POIDS TOTAL DES INDIVIDUS ACTIFS :	200.00		
TRI-A-PLAT DES QUESTIONS ACTIVES			

IDENT	MODALITES LIBELLE	AVANT APUREMENT			APRES APUREMENT	
		EFF.	POIDS	EFF.	POIDS	HISTOGRAMME DES POIDS RELATIFS
4 . Secteur de la commune d'habitation						
SE01	- habZU_Nîmes	49	49.00	49	49.00	*****
SE02	- habZU_Alès	49	49.00	49	49.00	*****
SE03	- habZR_Ouest	51	51.00	51	51.00	*****
SE04	- habZR_Est	51	51.00	51	51.00	*****
5 . Secteur de la commune de destination						
SE01	- destZU_Nîmes	66	66.00	66	66.00	*****
SE02	- destZU_Alès	60	60.00	61	61.00	*****
SE03	- destZR_Ouest	9	9.00	10	10.00	****
SE04	- destZR_Est	25	25.00	25	25.00	*****
SE05	- Autres secteurs urba	18	18.00	19	19.00	*****
SE06	- Autres secteurs rura	6	6.00	6	6.00	**
SE07	- Hors département	13	13.00	13	13.00	****
5_	- *Reponse manquante*	3	3.00	===	VENTILEE	===
11 . Recodage 4 modalités raison déplacement						
RA01	- Act_prof	79	79.00	79	79.00	*****
RA02	- Vie sociale	52	52.00	52	52.00	*****
RA03	- Loisir	16	16.00	16	16.00	*****
RA04	- besoins physiologiqu	53	53.00	53	53.00	*****
12 . Quelle est la fréquence de ce déplacement ?						
FR01	- Tous les jours	78	78.00	78	78.00	*****
FR02	- Plusieurs fois/sem	55	55.00	55	55.00	*****
FR03	- 1 fois/semaine	35	35.00	35	35.00	*****
FR04	- Plusieurs fois/mois	27	27.00	27	27.00	*****
FR05	- 1 fois/mois	5	5.00	5	5.00	**
80 . Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes NT						
NI01	- Itinéraires très fai	49	49.00	49	49.00	*****
NI02	- Itinéraires faibleme	50	50.00	50	50.00	*****
NI03	- Itinéraires moyennem	52	52.00	52	52.00	*****
NI04	- Itinéraires fortemen	49	49.00	49	49.00	*****
87 . Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après						
IR01	- Représentation confo	37	37.00	37	37.00	*****
IR02	- Sous-représentation	96	96.00	96	96.00	*****
IR03	- Sur-représentation d	29	29.00	29	29.00	*****
IR04	- Représentation non c	38	38.00	38	38.00	*****
90 . Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur						
NR01	- Category n° 1	51	51.00	51	51.00	*****
NR02	- Category n° 2	53	53.00	53	53.00	*****
NR03	- Category n° 3	45	45.00	45	45.00	*****
NR04	- Category n° 4	51	51.00	51	51.00	*****

VALEURS PROPRES

APERCU DE LA PRECISION DES CALCULS : TRACE AVANT DIAGONALISATION .. 3.5714

SOMME DES VALEURS PROPRES 3.5714

HISTOGRAMME DES 25 PREMIERES VALEURS PROPRES

NUMERO	VALEUR	POURCENTAGE	POURCENTAGE	
	PROPRE		CUMULE	
1	0.3438	9.63	9.63	*****
2	0.3086	8.64	18.27	*****
3	0.2698	7.55	25.82	*****
4	0.2356	6.60	32.42	*****
5	0.2063	5.78	38.20	*****
6	0.1969	5.51	43.71	*****
7	0.1815	5.08	48.79	*****
8	0.1666	4.66	53.46	*****
9	0.1574	4.41	57.86	*****
10	0.1546	4.33	62.19	*****
11	0.1462	4.09	66.28	*****
12	0.1333	3.73	70.01	*****
13	0.1281	3.59	73.60	*****
14	0.1233	3.45	77.05	*****
15	0.1142	3.20	80.25	*****
16	0.1047	2.93	83.18	*****
17	0.0964	2.70	85.88	*****
18	0.0953	2.67	88.55	*****
19	0.0881	2.47	91.02	*****
20	0.0815	2.28	93.30	*****

III. Typologie des mobilités à risque

21	0.0731	2.05	95.35	*****
22	0.0576	1.61	96.96	*****
23	0.0475	1.33	98.29	*****
24	0.0326	0.91	99.20	*****
25	0.0284	0.80	100.00	*****

RECHERCHE DE PALIERS (DIFFERENCES TROISIEMES)

PALIER ENTRE	VALEUR DU PALIER	
4 -- 5	-25.81	*****
16 -- 17	-13.35	*****
8 -- 9	-11.98	*****
11 -- 12	-7.46	*****
21 -- 22	-5.17	*****
14 -- 15	-4.59	*****
20 -- 21	-2.42	****

RECHERCHE DE PALIERS ENTRE (DIFFERENCES SECONDES)

PALIER ENTRE	VALEUR DU PALIER	
4 -- 5	19.90	*****
11 -- 12	7.76	*****
16 -- 17	7.24	*****
8 -- 9	6.40	*****
7 -- 8	5.70	*****
21 -- 22	5.33	*****
3 -- 4	4.89	*****
2 -- 3	4.60	*****
15 -- 16	1.09	***
18 -- 19	0.59	**
6 -- 7	0.42	**
12 -- 13	0.30	*

COORDONNEES, CONTRIBUTIONS ET COSINUS CARRES DES MODALITES ACTIVES

AXES 1 A 5

IDEN - LIBELLE	MODALITES		COORDONNEES					CONTRIBUTIONS					COSINUS CARRES				
	P.REL	DISTO	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
4 . Secteur de la commune d'habitation																	
SE01 - habZU_Nîmes	3.50	3.08	0.92	-0.35	0.59	0.23	-0.59	8.7	1.4	4.5	0.8	5.9	0.28	0.04	0.11	0.02	0.11
SE02 - habZU_Aîès	3.50	3.08	-0.59	-0.92	-0.01	0.00	0.40	3.5	9.6	0.0	0.0	0.0	0.11	0.27	0.00	0.00	0.05
SE03 - habZR_Ouest	3.64	2.92	0.03	0.57	-0.49	0.59	0.25	0.0	3.9	3.2	5.3	1.1	0.00	0.11	0.08	0.12	0.02
SE04 - habZR_Est	3.64	2.92	-0.35	0.65	-0.07	-0.80	-0.06	1.3	4.9	0.1	10.0	0.1	0.04	0.14	0.00	0.22	0.00
CONTRIBUTION CUMULEE = 13.5 19.8 7.8 16.1 9.7																	
5 . Secteur de la commune de destination																	
SE01 - destZU_Nîmes	4.71	2.03	0.39	0.47	0.04	-0.04	-0.69	2.1	3.4	0.0	0.0	10.9	0.08	0.11	0.00	0.00	0.23
SE02 - destZU_Aîès	4.36	2.28	-0.63	-0.05	-0.48	0.47	0.64	5.0	0.0	3.7	4.0	8.7	0.17	0.00	0.10	0.10	0.18
SE03 - destZR_Ouest	0.71	19.00	-0.48	-0.08	0.89	0.73	0.79	0.5	0.0	2.1	1.6	2.2	0.01	0.00	0.04	0.03	0.03
SE04 - destZR_Est	1.79	7.00	-0.30	0.18	0.44	-1.41	0.17	0.5	0.2	1.3	15.1	0.3	0.01	0.00	0.03	0.28	0.00
SE05 - Autres secteurs urba	1.36	9.53	-0.08	-0.30	0.19	0.16	-1.01	0.0	0.4	0.2	0.1	6.7	0.00	0.01	0.00	0.00	0.11
SE06 - Autres secteurs rura	0.43	32.33	-0.01	-1.84	0.71	-0.68	-0.57	0.0	4.7	0.8	0.8	0.7	0.00	0.10	0.02	0.01	0.01
SE07 - Hors département	0.93	14.38	2.03	-1.17	-0.07	0.23	1.29	11.2	4.1	0.0	0.2	7.4	0.29	0.09	0.00	0.00	0.11
CONTRIBUTION CUMULEE = 19.2 12.8 8.1 22.0 36.9																	
11 . Recodage 4 modalités raison déplacement																	
RA01 - Act_prof	5.64	1.53	-0.11	0.63	0.81	0.23	0.26	0.2	7.3	13.8	1.2	1.8	0.01	0.26	0.43	0.03	0.04
RA02 - Vie sociale	3.71	2.85	0.51	-0.88	0.02	0.13	-0.34	2.8	9.4	0.0	0.3	2.1	0.09	0.27	0.00	0.01	0.04
RA03 - Loisirs	1.14	11.50	0.31	-1.28	0.05	-1.38	-0.17	0.3	6.1	0.0	9.2	0.2	0.01	0.14	0.00	0.17	0.00
RA04 - besoins physiologique	3.79	2.77	-0.42	0.31	-1.25	-0.05	0.01	2.0	1.2	21.8	0.0	0.0	0.06	0.04	0.56	0.00	0.00
CONTRIBUTION CUMULEE = 5.2 23.9 35.7 10.8 4.1																	
12 . Quelle est la fréquence de ce déplacement ?																	
FR01 - Tous les jours	5.57	1.56	-0.12	0.66	0.86	0.12	0.15	0.2	7.9	15.4	0.4	0.6	0.01	0.28	0.48	0.01	0.01
FR02 - Plusieurs fois/semai	3.93	2.64	-0.22	0.01	-0.88	0.34	-0.05	0.6	0.0	11.3	2.0	0.0	0.02	0.00	0.30	0.04	0.00
FR03 - 1 fois/semaine	2.50	4.71	-0.26	-0.49	-0.50	-0.75	-0.60	0.5	2.0	2.3	6.0	4.3	0.01	0.05	0.05	0.12	0.08
FR04 - Plusieurs fois/mois	1.93	6.41	0.84	-1.06	-0.14	0.24	0.32	4.0	7.0	0.1	0.5	1.0	0.11	0.18	0.00	0.01	0.02
FR05 - 1 fois/mois	0.36	39.00	1.52	-1.25	0.47	-1.76	0.62	2.4	1.8	0.3	4.7	0.7	0.06	0.04	0.01	0.08	0.01
CONTRIBUTION CUMULEE = 7.7 18.7 29.5 13.5 6.6																	
80 . Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes NT																	
NI01 - Itinéraires très fai	3.50	3.08	-1.19	-0.72	0.34	0.10	-0.19	14.4	5.9	1.5	0.1	0.6	0.46	0.17	0.04	0.00	0.01
NI02 - Itinéraires faibleme	3.57	3.00	0.22	0.25	-0.53	0.16	-0.32	0.5	0.7	3.7	0.4	1.8	0.02	0.02	0.09	0.01	0.03
NI03 - Itinéraires moyenem	3.71	2.85	0.83	-0.22	-0.11	0.23	0.55	7.5	0.6	0.2	0.8	5.5	0.24	0.02	0.00	0.02	0.11
NI04 - Itinéraires fortemen	3.50	3.08	0.08	0.69	0.32	-0.51	-0.07	0.1	5.4	1.3	3.8	0.1	0.00	0.16	0.03	0.08	0.00
CONTRIBUTION CUMULEE = 22.5 12.6 6.6 5.2 8.0																	

87 . Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après																	
IR01 - Représentation confo	2.64	4.41	-1.12	-0.79	0.33	-0.28	-0.25	9.6	5.3	1.1	0.9	0.8	0.28	0.14	0.02	0.02	0.01
IR02 - Sous-représentation	6.86	1.08	0.35	0.35	-0.11	-0.46	0.21	2.4	2.8	0.3	6.2	1.5	0.11	0.11	0.01	0.20	0.04
IR03 - Sur-représentation d	2.07	5.90	-0.48	-0.58	0.41	0.76	0.10	1.4	2.3	1.3	5.1	0.1	0.04	0.06	0.03	0.10	0.00
IR04 - Représentation non c	2.71	4.26	0.58	0.32	-0.35	0.86	-0.37	2.6	0.9	1.2	8.6	1.8	0.08	0.02	0.03	0.17	0.03
CONTRIBUTION CUMULEE = 16.0 11.3 3.9 20.7 4.2																	
90 . Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur																	
NR01 - Category n° 1	3.64	2.92	-0.83	-0.06	0.20	0.05	0.62	7.2	0.0	0.6	0.0	6.7	0.23	0.00	0.01	0.00	0.13
NR02 - Category n° 2	3.79	2.77	-0.07	-0.05	0.34	0.66	-0.93	0.0	0.0	1.6	7.0	16.0	0.00	0.00	0.04	0.16	0.32
NR03 - Category n° 3	3.21	3.44	-0.01	0.26	-0.72	-0.50	-0.28	0.0	0.7	6.1	3.4	1.2	0.00	0.02	0.15	0.07	0.02
NR04 - Category n° 4	3.64	2.92	0.90	-0.11	0.08	-0.29	0.60	8.6	0.2	0.1	1.3	6.4	0.28	0.00	0.00	0.03	0.12
CONTRIBUTION CUMULEE = 15.9 0.9 8.4 11.7 30.4																	

COORDONNEES ET VALEURS-TEST DES MODALITES

AXES 1 A 5

IDEN - LIBELLE	MODALITES		VALEURS-TEST					COORDONNEES					DISTO.	
	EFF.	P.ABS	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5		
4 . Secteur de la commune d'habitation														
SE01 - habZU_Nîmes	49	49.00	7.4	-2.8	4.7	1.8	-4.7	0.92	-0.35	0.59	0.23	-0.59	3.08	
SE02 - habZU_Alès	49	49.00	-4.7	-7.4	-0.1	0.0	3.2	-0.59	-0.92	-0.01	0.00	0.40	3.08	
SE03 - habZR_Ouest	51	51.00	0.2	4.7	-4.0	4.8	2.0	0.03	0.57	-0.49	0.59	0.25	2.92	
SE04 - habZR_Est	51	51.00	-2.9	5.3	-0.6	-6.6	-0.5	-0.35	0.65	-0.07	-0.80	-0.06	2.92	
5 . Secteur de la commune de destination														
SE01 - destZU_Nîmes	66	66.00	3.9	4.6	0.4	-0.4	-6.8	0.39	0.47	0.04	-0.04	-0.69	2.03	
SE02 - destZU_Alès	60	60.00	-5.7	-0.1	-4.5	4.3	5.9	-0.62	-0.01	-0.49	0.47	0.64	2.33	
SE03 - destZR_Ouest	9	9.00	-1.2	0.3	2.8	2.4	3.0	-0.39	0.11	0.91	0.77	0.97	21.22	
SE04 - destZR_Est	25	25.00	-1.6	1.0	2.4	-7.5	0.9	-0.30	0.18	0.44	-1.41	0.17	7.00	
SE05 - Autres secteurs urba	18	18.00	-0.3	-1.6	0.8	0.4	-4.7	-0.08	-0.37	0.18	0.09	-1.05	10.11	
SE06 - Autres secteurs rura	6	6.00	0.0	-4.6	1.8	-1.7	-1.4	-0.01	-1.84	0.71	-0.68	-0.57	32.33	
SE07 - Hors département	13	13.00	7.6	-4.3	-0.3	0.9	4.8	2.03	-1.17	-0.07	0.23	1.29	14.38	
5_ - *Reponse manquante*	3	3.00	-1.6	-1.7	0.7	1.2	-0.1	-0.90	-0.98	0.42	0.70	-0.08	65.67	
11 . Recodage 4 modalités raison déplacement														
RA01 - Act_prof	79	79.00	-1.3	7.2	9.3	2.6	2.9	-0.11	0.63	0.81	0.23	0.26	1.53	
RA02 - Vie sociale	52	52.00	4.2	-7.4	0.2	1.1	-2.9	0.51	-0.88	0.02	0.13	-0.34	2.85	
RA03 - Loisir	16	16.00	1.3	-5.3	0.2	-5.7	-0.7	0.31	-1.28	0.05	-1.38	-0.17	11.50	
RA04 - besoins physiologiqu	53	53.00	-3.6	2.6	-10.6	-0.4	0.1	-0.42	0.31	-1.25	-0.05	0.01	2.77	
12 . Quelle est la fréquence de ce déplacement ?														
FR01 - Tous les jours	78	78.00	-1.3	7.5	9.8	1.4	1.7	-0.12	0.66	0.86	0.12	0.15	1.56	
FR02 - Plusieurs fois/semai	55	55.00	-2.0	0.1	-7.7	3.0	-0.4	-0.22	0.01	-0.88	0.34	-0.05	2.64	
FR03 - 1 fois/semaine	35	35.00	-1.7	-3.2	-3.2	-4.9	-3.9	-0.26	-0.49	-0.50	-0.75	-0.60	4.71	
FR04 - Plusieurs fois/mois	27	27.00	4.7	-5.9	-0.8	1.3	1.8	0.84	-1.06	-0.14	0.24	0.32	6.41	
FR05 - 1 fois/mois	5	5.00	3.4	-2.8	1.1	-4.0	1.4	1.52	-1.25	0.47	-1.76	0.62	39.00	
80 . Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes NT														
NI01 - Itinéraires très fai	49	49.00	-9.5	-5.8	2.7	0.8	-1.5	-1.19	-0.72	0.34	0.10	-0.19	3.08	
NI02 - Itinéraires faibleme	50	50.00	1.8	2.0	-4.3	1.3	-2.6	0.22	0.25	-0.53	0.16	-0.32	3.00	
NI03 - Itinéraires moyennem	52	52.00	7.0	-1.8	-0.9	1.9	4.6	0.83	-0.22	-0.11	0.23	0.55	2.85	
NI04 - Itinéraires fortemen	49	49.00	0.6	5.6	2.5	-4.1	-0.5	0.08	0.69	0.32	-0.51	-0.07	3.08	
87 . Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après														
IR01 - Représentation confo	37	37.00	-7.5	-5.3	2.2	-1.9	-1.7	-1.12	-0.79	0.33	-0.28	-0.25	4.41	
IR02 - Sous-représentation	96	96.00	4.7	4.8	-1.5	-6.2	2.9	0.35	0.35	-0.11	-0.46	0.21	1.08	
IR03 - Sur-représentation d	29	29.00	-2.8	-3.4	2.4	4.4	0.6	-0.48	-0.58	0.41	0.76	0.10	5.90	
IR04 - Représentation non c	38	38.00	3.9	2.2	-2.4	5.9	-2.5	0.58	0.32	-0.35	0.86	-0.37	4.26	
90 . Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur														
NR01 - Category n° 1	51	51.00	-6.8	-0.5	1.7	0.4	5.1	-0.83	-0.06	0.20	0.05	0.62	2.92	
NR02 - Category n° 2	53	53.00	-0.6	-0.4	2.9	5.6	-7.9	-0.07	-0.05	0.34	0.66	-0.93	2.77	
NR03 - Category n° 3	45	45.00	-0.1	2.0	-5.4	-3.8	-2.1	-0.01	0.26	-0.72	-0.50	-0.28	3.44	
NR04 - Category n° 4	51	51.00	7.4	-0.9	0.6	-2.4	5.0	0.90	-0.11	0.08	-0.29	0.60	2.92	
60 . Sexe														
SE01 - Femme	109	109.00	-0.2	-2.0	-1.7	-0.8	-1.8	-0.01	-0.13	-0.11	-0.05	-0.12	0.83	
SE02 - Homme	91	91.00	0.2	2.0	1.7	0.8	1.8	0.01	0.16	0.14	0.07	0.14	1.20	
SE03 - NR	0	0.00	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
62 . Age recodé														
AG01 - Moins de 25 ans	15	15.00	2.1	-1.4	-0.2	0.9	-0.1	0.53	-0.34	-0.04	0.21	-0.03	12.33	
AG02 - 25-45 ans	111	111.00	-0.8	0.9	1.9	1.2	0.0	-0.05	0.05	0.12	0.08	0.00	0.80	
AG03 - 46-65 ans	54	54.00	-0.3	-0.3	0.3	-0.1	-0.2	-0.03	-0.03	0.03	-0.01	-0.02	2.70	
AG04 - Plus de 65 ans	20	20.00	-0.1	0.2	-3.5	-2.6	0.3	-0.03	0.04	-0.74	-0.56	0.07	9.00	
66 . Statut familial recodé (2 modalités)														

III. Typologie des mobilités à risque

| ST01 - Seul(e)en couple che	96	96.00	|	0.0	-2.7	-1.7	-2.9	0.7	|	0.00	-0.20	-0.13	-0.21	0.05	|	1.08
| ST02 - Seul(e), en couple a	103	103.00	|	0.0	2.7	1.7	3.0	-0.6	|	0.00	0.18	0.12	0.21	-0.04	|	0.94
| 66_ - *Reponse manquante*	1	1.00	|	-0.1	0.5	-0.1	-1.2	-0.5	|	-0.06	0.46	-0.09	-1.23	-0.53	|	199.00

MODALITES			VALEURS-TEST					COORDONNEES								
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	DISTO.			
67 . CSP (10 modalités)																
| CS01 - Agriculteurs exploit	1	1.00	|	0.5	-0.1	-1.3	1.8	0.3	|	0.49	-0.08	-1.31	1.82	0.32	|	199.00
| CS02 - Artisans, commerçan	24	24.00	|	-0.7	-0.3	-0.4	-0.6	-0.6	|	-0.14	-0.05	-0.08	-0.12	-0.11	|	7.33
| CS03 - Cadres et profession	9	9.00	|	0.1	1.7	-0.1	1.6	0.4	|	0.03	0.57	-0.03	0.51	0.14	|	21.22
| CS04 - Professions interméd	38	38.00	|	2.5	1.9	1.4	0.6	0.0	|	0.37	0.28	0.21	0.09	-0.01	|	4.26
| CS05 - Employés	65	65.00	|	0.9	-1.0	1.2	0.0	-0.7	|	0.09	-0.10	0.12	0.00	-0.07	|	2.08
| CS06 - Ouvriers	20	20.00	|	-3.7	-1.4	2.7	1.0	0.8	|	-0.78	-0.30	0.57	0.20	0.17	|	9.00
| CS07 - Retraités	28	28.00	|	-0.9	0.1	-4.1	-2.7	0.5	|	-0.15	0.01	-0.72	-0.48	0.08	|	6.14
| CS08 - Etudiants	4	4.00	|	1.3	-0.4	-0.1	0.2	-0.2	|	0.65	-0.19	-0.03	0.11	-0.09	|	49.00
| CS09 - Chômeurs	6	6.00	|	0.8	-0.8	-0.6	0.0	-1.1	|	0.34	-0.33	-0.25	0.01	-0.44	|	32.33
| CS10 - Autres inactifs	5	5.00	|	-0.9	0.2	-0.8	0.8	1.4	|	-0.41	0.08	-0.36	0.36	0.61	|	39.00

PARTITION PAR COUPURE D'UN ARBRE HIERARCHIQUE

Coupure 'a' de l'arbre en 5 classes

FORMATION DES CLASSES (INDIVIDUS ACTIFS)

DESCRIPTION SOMMAIRE

CLASSE	EFFECTIF	POIDS	CONTENU
| aa1a	47	47.00	| 1 A 14
| aa2a	13	13.00	| 15 A 20
| aa3a	82	82.00	| 21 A 38
| aa4a	19	19.00	| 39 A 42
| aa5a	39	39.00	| 43 A 50

COORDONNEES ET VALEURS-TEST AVANT CONSOLIDATION

AXES 1 A 5

CLASSES			VALEURS-TEST					COORDONNEES								
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	DISTO.			
Coupure 'a' de l'arbre en 5 classes																
| aa1a - Classe 1 / 5	47	47.00	|	5.9	-7.2	0.1	2.1	-0.4	|	0.44	-0.51	0.00	0.13	-0.03	|	0.59
| aa2a - Classe 2 / 5	13	13.00	|	1.7	-4.2	0.7	-6.0	-0.9	|	0.27	-0.63	0.09	-0.78	-0.10	|	2.03
| aa3a - Classe 3 / 5	82	82.00	|	-0.6	6.9	8.0	-0.2	-0.8	|	-0.03	0.33	0.35	-0.01	-0.03	|	0.24
| aa4a - Classe 4 / 5	19	19.00	|	-7.4	-3.1	0.0	2.8	2.1	|	-0.95	-0.37	0.00	0.30	0.21	|	1.24
| aa5a - Classe 5 / 5	39	39.00	|	-1.1	4.0	-10.4	-0.4	0.4	|	-0.09	0.32	-0.78	-0.03	0.03	|	0.72

CONSOLIDATION DE LA PARTITION

AUTOUR DES 5 CENTRES DE CLASSES, REALISEE PAR 10 ITERATIONS A CENTRES MOBILES

PROGRESSION DE L'INERTIE INTER-CLASSES

ITERATION	I.TOTALE	I.INTER	QUOTIENT
| 0	2.22106	0.62494	| 0.28137
| 1	2.22106	0.71297	| 0.32100
| 2	2.22106	0.72832	| 0.32791
| 3	2.22106	0.73492	| 0.33089
| 4	2.22106	0.74061	| 0.33345
| 5	2.22106	0.74278	| 0.33443
| 6	2.22106	0.74620	| 0.33596
| 7	2.22106	0.74758	| 0.33659
| 8	2.22106	0.74864	| 0.33706
| 9	2.22106	0.74864	| 0.33706
| 10	2.22106	0.74864	| 0.33706

DECOMPOSITION DE L'INERTIE

CALCULEE SUR 10 AXES.

INERTIES	INERTIES		EFFECTIFS		POIDS		DISTANCES	
	AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES
| INTER-CLASSES	0.6249	0.7486	|	|	|	|	|	|

INTRA-CLASSE										
CLASSE 1 / 5	0.5065	0.2558	47	32	47.00	32.00	0.5851	1.0297		
CLASSE 2 / 5	0.1440	0.2048	13	17	13.00	17.00	2.0275	1.7582		
CLASSE 3 / 5	0.6536	0.4068	82	63	82.00	63.00	0.2378	0.4271		
CLASSE 4 / 5	0.0868	0.3238	19	41	19.00	41.00	1.2415	0.7791		
CLASSE 5 / 5	0.2052	0.2811	39	47	39.00	47.00	0.7190	0.5966		
TOTALE	2.2211	2.2211								

QUOTIENT (INERTIE INTER / INERTIE TOTALE) : AVANT ... 0.2814

APRES ... 0.3371

COORDONNEES ET VALEURS-TEST APRES CONSOLIDATION

AXES 1 A 5

CLASSES			VALEURS-TEST					COORDONNEES					
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	DISTO.
Coupure 'a' de l'arbre en 5 classes													
aa1a - Classe 1 / 5	32	32.00	8.4	-5.1	-0.4	1.9	1.1	0.80	-0.46	-0.04	0.15	0.08	1.03
aa2a - Classe 2 / 5	17	17.00	1.4	-5.4	0.8	-6.8	-0.9	0.19	-0.70	0.10	-0.76	-0.10	1.76
aa3a - Classe 3 / 5	63	63.00	1.4	8.4	7.5	0.6	0.4	0.08	0.49	0.41	0.03	0.02	0.43
aa4a - Classe 4 / 5	41	41.00	-8.6	-5.3	2.3	3.6	0.5	-0.71	-0.41	0.17	0.24	0.03	0.78
aa5a - Classe 5 / 5	47	47.00	-1.5	3.8	-10.6	-1.3	-1.2	-0.11	0.27	-0.71	-0.08	-0.07	0.60

PARANGONS

CLASSE 1/ 5

EFFECTIF: 32

IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.
1	0.52022	Case n° 169	2	0.52056	Case n° 156
3	0.57921	Case n° 134	4	0.68569	Case n° 150
5	0.75112	Case n° 54	6	0.87795	Case n° 159
7	0.98620	Case n° 142	8	0.99259	Case n° 155
9	1.08604	Case n° 157	10	1.09176	Case n° 141

CLASSE 2/ 5

EFFECTIF: 17

IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.
1	0.99207	Case n° 42	2	1.12569	Case n° 106
3	1.20701	Case n° 109	4	1.27549	Case n° 57
5	1.33300	Case n° 72	6	1.43807	Case n° 61
7	1.80844	Case n° 176	8	1.82606	Case n° 182
9	2.05553	Case n° 63	10	2.18229	Case n° 129

CLASSE 3/ 5

EFFECTIF: 63

IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.
1	0.28088	Case n° 138	2	0.37977	Case n° 104
3	0.53987	Case n° 177	4	0.57073	Case n° 12
5	0.58751	Case n° 100	6	0.63615	Case n° 184
7	0.67123	Case n° 44	8	0.72536	Case n° 76
9	0.75758	Case n° 29	10	0.78022	Case n° 112

CLASSE 4/ 5

EFFECTIF: 41

IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.
1	0.79280	Case n° 82	2	0.83725	Case n° 78
3	0.88199	Case n° 89	4	0.88917	Case n° 87
5	0.89260	Case n° 13	6	0.89260	Case n° 80
7	0.91155	Case n° 62	8	0.94629	Case n° 90
9	0.95967	Case n° 37	10	0.96220	Case n° 25

CLASSE 5/ 5

EFFECTIF: 47

IRK	DISTANCE	IDENT.	IRK	DISTANCE	IDENT.
1	0.53190	Case n° 191	2	0.55385	Case n° 183

III. Typologie des mobilités à risque

| 3|	0.58397|	Case n° 178	|| 4|	0.58528|	Case n° 11	|
| 5|	0.60356|	Case n° 132	|| 6|	0.63695|	Case n° 185	|
| 7|	0.64973|	Case n° 98	|| 8|	0.65326|	Case n° 172	|
| 9|	0.67245|	Case n° 21	|| 10|	0.67245|	Case n° 22	|

MATRICE DES DISTANCES ENTRE CLASSES

	1	2	3	4	5
1	0.000				
2	1.624	0.000			
3	1.360	1.647	0.000		
4	1.552	1.668	1.265	0.000	
5	1.426	1.676	1.169	1.308	0.000

DESCRIPTION DE LA Coupure 'b' de l'arbre en 6 classes
 CARACTERISATION DES CLASSES PAR LES MODALITES
 CARACTERISATION PAR LES MODALITES DES CLASSES OU MODALITES
 DE Coupure 'b' de l'arbre en 6 classes
 Classe 1 / 6

V.TEST	PROBA	CLA/MOD	MOD/CLA	POURCENTAGES GLOBAL	MODALITES CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
				17.00	Classe 1 / 6		bb1b	34
8.88	0.000	59.62	91.18	26.00	Vie_sociale	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA02	52
3.20	0.001	50.00	26.47	9.00	Autres secteurs urba	Secteur de la commune de destination	SE05	18
3.09	0.001	24.77	79.41	54.50	Femme	Sexe	SE01	109
3.00	0.001	32.65	47.06	24.50	habZU_Nîmes	Secteur de la commue d'habitation	SE01	49
2.51	0.006	30.00	44.12	25.00	Expo_faible	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI02	50
2.30	0.011	34.48	29.41	14.50	Sur-représentation	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR03	29
-2.21	0.013	10.42	29.41	48.00	Sous-représentation	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR02	96
-2.38	0.009	5.88	8.82	25.50	habZR_Ouest	Secteur de la commue d'habitation	SE03	51
-2.44	0.007	5.77	8.82	26.00	Expo_moyenne	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI03	52
-2.70	0.003	7.69	17.65	39.00	quotidien	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR01	78
-2.95	0.002	5.00	8.82	30.00	destZU_Ales	Secteur de la commune de destination	SE02	60
-3.04	0.001	3.77	5.88	26.50	besoins_physio	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA04	53
-3.09	0.001	7.69	20.59	45.50	Homme	Sexe	SE02	91
-5.14	0.000	1.27	2.94	39.50	Act_prof	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA01	79

Classe 2 / 6

V.TEST	PROBA	CLA/MOD	MOD/CLA	POURCENTAGES GLOBAL	MODALITES CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
				10.50	Classe 2 / 6		bb2b	21
7.11	0.000	92.31	57.14	6.50	Hors département	Secteur de la commune de destination	SE07	13
5.96	0.000	51.85	66.67	13.50	Pluri_mensuel	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR04	27
5.47	0.000	33.33	80.95	25.50	itin_très_long	Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur	NR04	51
4.91	0.000	30.77	76.19	26.00	Expo_moyenne	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI03	52
3.67	0.000	26.53	61.90	24.50	habZU_Nîmes	Secteur de la commue d'habitation	SE01	49
3.00	0.001	23.08	57.14	26.00	Vie_sociale	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA02	52
-2.03	0.021	3.33	9.52	30.00	destZU_Ales	Secteur de la commune de destination	SE02	60
-2.23	0.013	1.96	4.76	25.50	habZR_Est	Secteur de la commue d'habitation	SE04	51
-2.31	0.011	0.00	0.00	18.50	Rep_conforme	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR01	37
-2.32	0.010	1.89	4.76	26.50	itin_moyen	Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur	NR02	53
-2.90	0.002	0.00	0.00	24.50	Expo_très_faible	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI01	49
-2.90	0.002	0.00	0.00	24.50	Expo_forte	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI04	49
-2.99	0.001	0.00	0.00	25.50	itin_court	Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur	NR01	51
-3.48	0.000	1.28	4.76	39.00	quotidien	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR01	78

Classe 3 / 6

V.TEST	PROBA	CLA/MOD	MOD/CLA	POURCENTAGES GLOBAL	MODALITES CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES	IDEN	POIDS
				8.50	Classe 3 / 6		bb3b	17
7.61	0.000	81.25	76.47	8.00	Loisir	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA03	16
4.57	0.000	100.00	29.41	2.50	mensuel	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR05	5
3.83	0.000	28.57	58.82	17.50	hebdo	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR03	35
2.41	0.008	18.37	52.94	24.50	habZU_Alès	Secteur de la commue d'habitation	SE02	49
2.23	0.013	13.54	76.47	48.00	sans_enfant	Statut familial recodé (2 modalités)	ST01	96
-2.15	0.016	1.67	5.88	30.00	destZU_Ales	Secteur de la commune de destination	SE02	60

-2.18	0.014	3.88	23.53	51.50	avec_enfants	Statut familial recodé (2 modalités)	ST02	103
-2.52	0.006	0.00	0.00	25.00	Expo_faible	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI02	50
-2.64	0.004	0.00	0.00	26.50	besoins_physio	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA04	53
-3.63	0.000	0.00	0.00	39.00	quotidien	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR01	78
-3.67	0.000	0.00	0.00	39.50	Act_prof	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA01	79

Classe 4 / 6

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES	
				30.00	Classe 4 / 6		bb4b 60
10.87	0.000	72.15	95.00	39.50	Act_prof	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA01 79
10.19	0.000	70.51	91.67	39.00	quotidien	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR01 78
4.81	0.000	59.18	48.33	24.50	Expo_forte	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI04 49
2.69	0.004	39.58	63.33	48.00	Sous-représentation	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR02 96
2.67	0.004	38.83	66.67	51.50	avec_enfants	Statut familial recodé (2 modalités)	ST02 103
2.50	0.006	42.42	46.67	33.00	destZU_Nimes	Secteur de la commune de destination	SE01 66
-2.29	0.011	16.33	13.33	24.50	habZU_Alès	Secteur de la commue d'habitation	SE02 49
-2.30	0.011	10.71	5.00	14.00	Retraités	CSP (10 modalités)	CS07 28
-2.40	0.008	0.00	0.00	6.50	Hors département	Secteur de la commune de destination	SE07 13
-2.78	0.003	10.81	6.67	18.50	Rep_conforme	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR01 37
-2.80	0.003	0.00	0.00	8.00	Loisir	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA03 16
-2.89	0.002	19.79	31.67	48.00	sans_enfant	Statut familial recodé (2 modalités)	ST01 96
-3.94	0.000	8.16	6.67	24.50	Expo_très_faible	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI01 49
-4.03	0.000	0.00	0.00	13.50	Pluri_mensuel	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR04 27
-4.13	0.000	2.86	1.67	17.50	hebdo	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR03 35
-4.48	0.000	7.27	6.67	27.50	Pluri_hebdo	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR02 55
-5.14	0.000	3.85	3.33	26.00	Vie_sociale	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA02 52
-5.73	0.000	1.89	1.67	26.50	besoins_physio	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA04 53

Classe 5 / 6

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES	
				14.00	Classe 5 / 6		bb5b 28
7.80	0.000	51.02	89.29	24.50	Expo_très_faible	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI01 49
5.39	0.000	39.22	71.43	25.50	itin_court	Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur	NR01 51
4.85	0.000	43.24	57.14	18.50	Rep_conforme	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR01 37
4.72	0.000	33.33	71.43	30.00	destZU_Alès	Secteur de la commune de destination	SE02 60
3.41	0.000	30.61	53.57	24.50	habZU_Alès	Secteur de la commue d'habitation	SE02 49
3.37	0.000	37.93	39.29	14.50	Sur-représentation	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR03 29
2.85	0.002	40.00	28.57	10.00	Ouvriers	CSP (10 modalités)	CS06 20
-2.17	0.015	2.63	3.57	19.00	Rep_non_conforme	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR04 38
-2.39	0.008	3.85	7.14	26.00	Expo_moyenne	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI03 52
-2.60	0.005	2.22	3.57	22.50	itin_long	Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur	NR03 45
-2.89	0.002	2.00	3.57	25.00	Expo_faible	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI02 50
-3.55	0.000	0.00	0.00	24.50	habZU_Nimes	Secteur de la commue d'habitation	SE01 49
-3.55	0.000	0.00	0.00	24.50	Expo_forte	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI04 49
-3.66	0.000	0.00	0.00	25.50	itin_très_long	Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur	NR04 51
-4.43	0.000	0.00	0.00	33.00	destZU_Nimes	Secteur de la commune de destination	SE01 66
-5.93	0.000	0.00	0.00	48.00	Sous-représentation	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR02 96

Classe 6 / 6

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES	IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES	
				20.00	Classe 6 / 6		bb6b 40
10.53	0.000	71.70	95.00	26.50	besoins_physio	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA04 53
5.10	0.000	45.45	62.50	27.50	Pluri_hebdo	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR02 55
3.81	0.000	42.22	47.50	22.50	itin_long	Recodage automatique en 4 classes du nombre de tronçons sur	NR03 45
3.27	0.001	46.43	32.50	14.00	Retraités	CSP (10 modalités)	CS07 28
3.24	0.001	37.25	47.50	25.50	habZR_Ouest	Secteur de la commue d'habitation	SE03 51
2.86	0.002	35.29	45.00	25.50	habZR_Est	Secteur de la commue d'habitation	SE04 51
2.60	0.005	28.13	67.50	48.00	Sous-représentation	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR02 96
2.57	0.005	34.00	42.50	25.00	Expo_faible	Iexpo Recodage automatique indice exposition en 4 classes	NTNI02 50
2.47	0.007	45.00	22.50	10.00	>65 ans	Age recodé	AG04 20
2.45	0.007	31.67	47.50	30.00	destZU_Alès	Secteur de la commune de destination	SE02 60
-2.78	0.003	6.12	7.50	24.50	habZU_Alès	Secteur de la commue d'habitation	SE02 49
-3.13	0.001	0.00	0.00	14.50	Sur-représentation	Indice de représentation cartographique en 4 classes d'après	IR03 29
-4.53	0.000	0.00	0.00	24.50	habZU_Nimes	Secteur de la commue d'habitation	SE01 49
-4.72	0.000	0.00	0.00	26.00	Vie_sociale	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA02 52
-5.22	0.000	2.56	5.00	39.00	quotidien	Quelle est la fréquence de ce déplacement ?	FR01 78
-5.80	0.000	1.27	2.50	39.50	Act_prof	Recodage 4 modalités raison déplacement	RA01 79

III. Typologie des mobilités à risque

FORMATION DES CLASSES (INDIVIDUS ACTIFS)

DESCRIPTION SOMMAIRE

CLASSE	EFFECTIF	POIDS	CONTENU
bb1b	29	29.00	1 A 10
bb2b	18	18.00	11 A 14
bb3b	13	13.00	15 A 20
bb4b	82	82.00	21 A 38
bb5b	19	19.00	39 A 42
bb6b	39	39.00	43 A 50

COORDONNEES ET VALEURS-TEST AVANT CONSOLIDATION

AXES 1 A 5

IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	VALEURS-TEST					COORDONNEES					DISTO.
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Coupure 'b' de l'arbre en 6 classes													
bb1b - Classe 1 / 6	29	29.00	0.5	-5.0	0.4	1.0	-3.2	0.05	-0.48	0.04	0.08	-0.25	0.59
bb2b - Classe 2 / 6	18	18.00	8.1	-4.4	-0.4	2.0	3.3	1.06	-0.56	-0.05	0.21	0.34	1.76
bb3b - Classe 3 / 6	13	13.00	1.7	-4.2	0.7	-6.0	-0.9	0.27	-0.63	0.09	-0.78	-0.10	2.03
bb4b - Classe 4 / 6	82	82.00	-0.6	6.9	8.0	-0.2	-0.8	-0.03	0.33	0.35	-0.01	-0.03	0.24
bb5b - Classe 5 / 6	19	19.00	-7.4	-3.1	0.0	2.8	2.1	-0.95	-0.37	0.00	0.30	0.21	1.24
bb6b - Classe 6 / 6	39	39.00	-1.1	4.0	-10.4	-0.4	0.4	-0.09	0.32	-0.78	-0.03	0.03	0.72

CONSOLIDATION DE LA PARTITION

AUTOUR DES 6 CENTRES DE CLASSES, REALISEE PAR 10 ITERATIONS A CENTRES MOBILES

PROGRESSION DE L'INERTIE INTER-CLASSES

ITERATION	I.TOTALE	I.INTER	QUOTIENT
0	2.22106	0.73109	0.32916
1	2.22106	0.81617	0.36747
2	2.22106	0.82889	0.37320
3	2.22106	0.83657	0.37665
4	2.22106	0.83858	0.37756
5	2.22106	0.83858	0.37756
6	2.22106	0.83858	0.37756

ARRET APRES L'ITERATION 6 L'ACCROISSEMENT DE L'INERTIE INTER-CLASSES

PAR RAPPORT A L'ITERATION PRECEDENTE N'EST QUE DE 0.000 %.

DECOMPOSITION DE L'INERTIE

CALCULEE SUR 10 AXES.

INERTIES	INERTIES		EFFECTIFS		POIDS		DISTANCES	
	AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES	AVANT	APRES
INTER-CLASSES	0.7311	0.8386						
INTRA-CLASSE								
CLASSE 1 / 6	0.3163	0.2979	29	34	29.00	34.00	0.5901	0.5965
CLASSE 2 / 6	0.0840	0.1106	18	21	18.00	21.00	1.7565	1.5623
CLASSE 3 / 6	0.1440	0.2048	13	17	13.00	17.00	2.0275	1.7582
CLASSE 4 / 6	0.6536	0.3857	82	60	82.00	60.00	0.2378	0.4581
CLASSE 5 / 6	0.0868	0.1676	19	28	19.00	28.00	1.2415	1.0305
CLASSE 6 / 6	0.2052	0.2158	39	40	39.00	40.00	0.7190	0.7098
TOTALE	2.2211	2.2211						

QUOTIENT (INERTIE INTER / INERTIE TOTALE) : AVANT ... 0.3292

APRES ... 0.3776

COORDONNEES ET VALEURS-TEST APRES CONSOLIDATION

AXES 1 A 5

IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	VALEURS-TEST					COORDONNEES					DISTO.
			1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	
Coupure 'b' de l'arbre en 6 classes													
bb1b - Classe 1 / 6	34	34.00	0.3	-4.9	0.5	2.0	-5.6	0.03	-0.43	0.04	0.15	-0.40	0.60
bb2b - Classe 2 / 6	21	21.00	8.4	-4.0	-0.9	1.6	3.8	1.02	-0.46	-0.10	0.16	0.36	1.56
bb3b - Classe 3 / 6	17	17.00	1.4	-5.4	0.8	-6.8	-0.9	0.19	-0.70	0.10	-0.76	-0.10	1.76
bb4b - Classe 4 / 6	60	60.00	1.1	8.5	7.4	0.7	0.9	0.07	0.51	0.42	0.04	0.05	0.46

| bb5b - Classe 5 / 6	28	28.00	| -8.5	-2.8	1.6	2.4	2.9	| -0.88	-0.27	0.15	0.21	0.23	| 1.03
| bb6b - Classe 6 / 6	40	40.00	| -1.6	4.1	-10.3	-1.3	-0.6	| -0.13	0.33	-0.76	-0.09	-0.04	| 0.71

PARANGONS

CLASSE 1/ 6
EFFECTIF: 34

| RK	| DISTANCE	| IDENT.	| RK	| DISTANCE	| IDENT.
| 1|	0.66572|	Case n° 134	| 2|	0.97630|	Case n° 140
| 3|	1.00126|	Case n° 149	| 4|	1.07008|	Case n° 165
| 5|	1.07369|	Case n° 73	| 6|	1.10992|	Case n° 71
| 7|	1.12343|	Case n° 153	| 8|	1.14128|	Case n° 64
| 9|	1.14948|	Case n° 148	| 10|	1.19763|	Case n° 90

CLASSE 2/ 6
EFFECTIF: 21

| RK	| DISTANCE	| IDENT.	| RK	| DISTANCE	| IDENT.
| 1|	0.60909|	Case n° 54	| 2|	0.70169|	Case n° 171
| 3|	0.70624|	Case n° 144	| 4|	0.78968|	Case n° 142
| 5|	0.81381|	Case n° 159	| 6|	0.81638|	Case n° 55
| 7|	0.82286|	Case n° 141	| 8|	0.88096|	Case n° 169
| 9|	0.93618|	Case n° 156	| 10|	0.95052|	Case n° 157

CLASSE 3/ 6
EFFECTIF: 17

| RK	| DISTANCE	| IDENT.	| RK	| DISTANCE	| IDENT.
| 1|	0.99207|	Case n° 42	| 2|	1.12569|	Case n° 106
| 3|	1.20701|	Case n° 109	| 4|	1.27549|	Case n° 57
| 5|	1.33300|	Case n° 72	| 6|	1.43807|	Case n° 61
| 7|	1.80844|	Case n° 176	| 8|	1.82606|	Case n° 182
| 9|	2.05553|	Case n° 63	| 10|	2.18229|	Case n° 129

CLASSE 4/ 6
EFFECTIF: 60

| RK	| DISTANCE	| IDENT.	| RK	| DISTANCE	| IDENT.
| 1|	0.26954|	Case n° 138	| 2|	0.38880|	Case n° 104
| 3|	0.52766|	Case n° 177	| 4|	0.54665|	Case n° 12
| 5|	0.57117|	Case n° 100	| 6|	0.61338|	Case n° 184
| 7|	0.70783|	Case n° 44	| 8|	0.71677|	Case n° 76
| 9|	0.73182|	Case n° 29	| 10|	0.77554|	Case n° 112

CLASSE 5/ 6
EFFECTIF: 28

| RK	| DISTANCE	| IDENT.	| RK	| DISTANCE	| IDENT.
| 1|	0.46268|	Case n° 78	| 2|	0.52295|	Case n° 200
| 3|	0.58864|	Case n° 23	| 4|	0.69872|	Case n° 13
| 5|	0.69872|	Case n° 80	| 6|	0.77670|	Case n° 89
| 7|	0.78448|	Case n° 37	| 8|	0.78701|	Case n° 4
| 9|	0.78701|	Case n° 84	| 10|	0.79283|	Case n° 25

CLASSE 6/ 6
EFFECTIF: 40

| RK	| DISTANCE	| IDENT.	| RK	| DISTANCE	| IDENT.
| 1|	0.45868|	Case n° 183	| 2|	0.50271|	Case n° 185
| 3|	0.52514|	Case n° 178	| 4|	0.55333|	Case n° 191
| 5|	0.56009|	Case n° 132	| 6|	0.57790|	Case n° 11
| 7|	0.61115|	Case n° 21	| 8|	0.61115|	Case n° 22
| 9|	0.64207|	Case n° 98	| 10|	0.64911|	Case n° 172

IV Typologie des comportements

SELECTION DES INDIVIDUS ET DES VARIABLES UTILES

VARIABLES NOMINALES ACTIVES

5 VARIABLES 30 MODALITES ASSOCIEES

148 . Q56ASPAD	(5 MODALITES)
149 . Q56BSPAD	(5 MODALITES)
150 . Q59SPAD	(7 MODALITES)
153 . Q63SPAD	(7 MODALITES)
154 . Q65SPAD	(6 MODALITES)

VARIABLES NOMINALES ILLUSTRATIVES

11 VARIABLES 66 MODALITES ASSOCIEES

3 . âge	(5 MODALITES)
4 . CSP	(11 MODALITES)
8 . durée de résidence recodée	(6 MODALITES)
33 . enfants en âge scolaire ?	(3 MODALITES)
91 . hausse maximum de la rivière en cas d'inondation	(5 MODALITES)
97 . hauteur d'eau dangereuse pour un adulte en bonne santé	(6 MODALITES)
98 . hauteur d'eau dangereuse pour une voiture	(6 MODALITES)
133 . sexe	(2 MODALITES)
155 . Q66SPAD	(7 MODALITES)
157 . Q68SPAD	(6 MODALITES)
158 . Q47SPAD	(9 MODALITES)

INDIVIDUS

----- NOMBRE -----		POIDS -----		
POIDS DES INDIVIDUS: Poids des individus, uniforme egal a 1.				UNIF
RETENUS	NITOT = 960	PITOT =	960.000	
ACTIFS	NIACT = 960	PIACT =	960.000	
SUPPLEMENTAIRES	NISUP = 0	PISUP =	0.000	

CORRESPONDANCES MULTIPLES AVEC CHOIX DES MODALITES

APUREMENT DES MODALITES ACTIVES

SEUIL (PCMIN) : 2.00 % POIDS: 19.20
 AVANT APUREMENT : 5 QUESTIONS ACTIVES 30 MODALITES ASSOCIEES
 APRES : 5 QUESTIONS ACTIVES 21 MODALITES ASSOCIEES
 POIDS TOTAL DES INDIVIDUS ACTIFS : 960.00
 TRI-A-PLAT DES QUESTIONS ACTIVES

IDENT	MODALITES LIBELLE	| AVANT APUREMENT |		| APRES APUREMENT		HISTOGRAMME DES POIDS RELATIFS
		EFF.	POIDS	EFF.	POIDS	
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
148 . Q56ASPAD						
V101 - O_annule	|	468	468.00	|	468	468.00 *****
V102 - O_nochange	|	67	67.00	|	67	67.00 *****
V103 - O_chercheinfo	|	293	293.00	|	293	293.00 *****
V104 - O_maintienacti	|	118	118.00	|	118	118.00 *****
148_ - *Reponse manquante*	|	14	14.00	|	=== MOD. ILL.===	
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
149 . Q56BSPAD						
V101 - R_annule	|	807	807.00	|	807	807.00 *****
V102 - R_nochange	|	20	20.00	|	20	20.00 **
V103 - R_chercheinfo	|	79	79.00	|	79	79.00 *****
V104 - R_maintienacti	|	33	33.00	|	33	33.00 ***
149_ - *Reponse manquante*	|	21	21.00	|	=== MOD. ILL.===	
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
150 . Q59SPAD						
V101 - Q59surveille_Riv	|	121	121.00	|	121	121.00 *****
V102 - Q59attendinfo	|	572	572.00	|	572	572.00 *****
V103 - Q59reacvoisins	|	98	98.00	|	98	98.00 *****
V104 - Q59quitteheb	|	138	138.00	|	138	138.00 *****
V105 - Q59autres	|	9	9.00	|	=== MOD. ILL.===	
V106 - Q59montage	|	6	6.00	|	=== MOD. ILL.===	
150_ - *Reponse manquante*	|	16	16.00	|	=== MOD. ILL.===	
-----+-----+-----+-----+-----+-----+-----						
153 . Q63SPAD						
V101 - Q63pointhaut	|	346	346.00	|	346	346.00 *****
V102 - Q63rentreheb	|	154	154.00	|	154	154.00 *****
V103 - Q63continue	|	93	93.00	|	93	93.00 *****
V104 - Q63abandonvehi	|	62	62.00	|	62	62.00 ****
V105 - Q63attendmieux	|	137	137.00	|	137	137.00 *****
V106 - Q63autres	|	7	7.00	|	=== MOD. ILL.===	
153_ - *Reponse manquante*	|	161	161.00	|	=== MOD. ILL.===	

IV. Typologie des comportements

| V102 - O_nochange	1.40	13.33	| -2.25	1.26	-1.26	0.49	0.41	| 22.2	8.2	8.7	1.4	1.0	| 0.38	0.12	0.12	0.02	0.01	|
| V103 - O_chercheinfo	6.10	2.28	| -0.08	-0.89	-0.07	0.41	0.20	| 0.1	17.9	0.1	4.3	1.1	| 0.00	0.35	0.00	0.07	0.02	|
| V104 - O_maintienacti	2.46	7.14	| -0.95	-0.09	1.40	-1.04	-0.22	| 6.9	0.1	18.9	11.2	0.5	| 0.13	0.00	0.27	0.15	0.01	|
----- CONTRIBUTION CUMULEE = 40.8 31.8 28.3 17.1 3.5 -----																		
| 149 . Q56BSPAD																		
| V101 - R_annule	16.81	0.19	| 0.30	0.02	-0.04	-0.04	-0.11	| 4.8	0.0	0.1	0.1	0.8	| 0.48	0.00	0.01	0.01	0.06	|
| V102 - R_nochange	0.42	47.00	| -3.37	3.06	-2.31	1.52	-1.33	| 14.8	14.5	8.7	4.0	3.3	| 0.24	0.20	0.11	0.05	0.04	|
| V103 - R_chercheinfo	1.65	11.15	| -1.34	-1.35	-0.04	0.95	1.29	| 9.2	11.1	0.0	6.2	12.4	| 0.16	0.16	0.00	0.08	0.15	|
| V104 - R_maintienacti	0.69	28.09	| -2.12	0.80	2.63	-2.23	0.23	| 9.7	1.6	18.7	14.3	0.2	| 0.16	0.02	0.25	0.18	0.00	|
----- CONTRIBUTION CUMULEE = 38.5 27.3 27.5 24.6 16.8 -----																		
| 150 . Q59SPAD																		
| V101 - Q59surveille_Riv	2.52	6.93	| -0.62	-1.02	-0.33	-0.51	-0.65	| 3.0	9.8	1.1	2.7	4.8	| 0.06	0.15	0.02	0.04	0.06	|
| V102 - Q59attendinginfo	11.92	0.68	| 0.02	0.11	-0.14	-0.25	0.21	| 0.0	0.6	0.9	3.2	2.4	| 0.00	0.02	0.03	0.09	0.07	|
| V103 - Q59reacvoisins	2.04	8.80	| -0.29	-0.01	1.01	1.59	-0.85	| 0.5	0.0	8.2	21.6	6.6	| 0.01	0.00	0.12	0.29	0.08	|
| V104 - Q59quitteheb	2.88	5.96	| 0.69	0.35	0.19	0.34	0.35	| 4.2	1.3	0.4	1.4	1.6	| 0.08	0.02	0.01	0.02	0.02	|
----- CONTRIBUTION CUMULEE = 7.8 11.7 10.5 28.9 15.4 -----																		
| 153 . Q63SPAD																		
| V101 - Q63pointhaut	7.21	1.77	| 0.16	-0.54	-0.21	-0.26	0.00	| 0.6	7.7	1.2	2.1	0.0	| 0.01	0.16	0.02	0.04	0.00	|
| V102 - Q63rentreheb	3.21	5.23	| -0.29	0.18	-0.63	-0.29	-0.74	| 0.8	0.4	4.9	1.1	7.8	| 0.02	0.01	0.07	0.02	0.10	|
| V103 - Q63continue	1.94	9.32	| -0.76	-0.14	0.00	0.04	1.59	| 3.5	0.1	0.0	0.0	22.1	| 0.06	0.00	0.00	0.00	0.27	|
| V104 - Q63abandonvehi	1.29	14.48	| 0.70	0.58	0.06	0.89	-0.07	| 2.0	1.6	0.0	4.2	0.0	| 0.03	0.02	0.00	0.05	0.00	|
| V105 - Q63attendmieux	2.85	6.01	| 0.10	0.82	1.23	0.33	-0.10	| 0.1	7.1	17.0	1.3	0.1	| 0.00	0.11	0.25	0.02	0.00	|
----- CONTRIBUTION CUMULEE = 7.0 17.0 23.3 8.8 30.0 -----																		
| 154 . Q65SPAD																		
| V101 - Q65evacimediatic	13.79	0.45	| 0.18	0.18	0.01	-0.03	0.40	| 1.4	1.6	0.0	0.1	9.7	| 0.07	0.07	0.00	0.00	0.35	|
| V102 - Q65confirmordre	2.90	5.91	| -0.19	-0.94	-0.25	-0.17	-1.15	| 0.3	9.5	0.7	0.3	17.4	| 0.01	0.15	0.01	0.00	0.23	|
| V103 - Q65refusevac	0.73	26.43	| -0.77	0.61	-1.22	-1.83	-0.54	| 1.3	1.0	4.2	10.2	1.0	| 0.02	0.01	0.06	0.13	0.01	|
| V104 - Q65attendevolu	2.02	8.90	| -0.67	-0.15	0.83	1.09	-0.83	| 2.8	0.2	5.5	10.0	6.3	| 0.05	0.00	0.08	0.13	0.08	|
----- CONTRIBUTION CUMULEE = 5.9 12.3 10.4 20.6 34.4 -----																		

COORDONNEES ET VALEURS-TEST DES MODALITES

AXES 1 A 5

IDEN - LIBELLE	MODALITES		VALEURS-TEST					COORDONNEES					DISTO.
	EFF.	P.ABS	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	

| 148 . Q56ASPAD													
| V101 - O_annule	468	468.00	| 18.7	11.8	-3.9	-1.9	-4.0	| 0.62	0.39	-0.13	-0.06	-0.13	| 1.05
| V102 - O_nochange	67	67.00	| -19.1	10.7	-10.7	4.2	3.5	| -2.25	1.26	-1.26	0.49	0.41	| 13.33
| V103 - O_chercheinfo	293	293.00	| -1.5	-18.2	-1.4	8.4	4.1	| -0.08	-0.89	-0.07	0.41	0.20	| 2.28
| V104 - O_maintienacti	118	118.00	| -11.0	-1.1	16.2	-12.1	-2.6	| -0.95	-0.09	1.40	-1.04	-0.22	| 7.14
| 148_ - *Reponse manquante*	14	14.00	| -1.2	0.9	-0.3	0.0	0.7	| -0.33	0.24	-0.07	0.01	0.19	| 67.57

| 149 . Q56BSPAD													
| V101 - R_annule	807	807.00	| 21.6	1.7	-2.9	-2.5	-7.5	| 0.30	0.02	-0.04	-0.04	-0.11	| 0.19
| V102 - R_nochange	20	20.00	| -15.2	13.8	-10.4	6.9	-6.0	| -3.37	3.06	-2.31	1.52	-1.33	| 47.00
| V103 - R_chercheinfo	79	79.00	| -12.4	-12.5	-0.4	8.8	12.0	| -1.34	-1.35	-0.04	0.95	1.29	| 11.15
| V104 - R_maintienacti	33	33.00	| -12.4	4.7	15.3	-13.0	1.4	| -2.12	0.80	2.63	-2.23	0.23	| 28.09
| 149_ - *Reponse manquante*	21	21.00	| -0.3	-0.3	-0.9	-0.8	0.4	| -0.07	-0.07	-0.20	-0.17	0.10	| 44.71

| 150 . Q59SPAD													
| V101 - Q59surveille_Riv	121	121.00	| -7.3	-12.0	-3.9	-6.0	-7.6	| -0.62	-1.02	-0.33	-0.51	-0.65	| 6.93
| V102 - Q59attendinginfo	572	572.00	| 0.8	4.3	-5.1	-9.5	7.9	| 0.02	0.11	-0.14	-0.25	0.21	| 0.68
| V103 - Q59reacvoisins	98	98.00	| -3.0	-0.1	10.5	16.6	-8.8	| -0.29	-0.01	1.01	1.59	-0.85	| 8.80
| V104 - Q59quitteheb	138	138.00	| 8.7	4.4	2.4	4.3	4.4	| 0.69	0.35	0.19	0.34	0.35	| 5.96
| V105 - Q59autres	9	9.00	| 0.5	-1.0	-0.3	-0.6	0.0	| 0.16	-0.32	-0.09	-0.21	0.00	| 105.67
| V106 - Q59montetage	6	6.00	| 0.9	1.4	1.4	-1.0	0.4	| 0.37	0.59	0.56	-0.42	0.15	| 159.00
| 150_ - *Reponse manquante*	16	16.00	| -1.8	2.5	-2.1	1.6	-1.8	| -0.45	0.63	-0.53	0.39	-0.45	| 59.00

| 153 . Q63SPAD													
| V101 - Q63pointhaut	346	346.00	| 3.7	-12.5	-4.9	-6.1	0.1	| 0.16	-0.54	-0.21	-0.26	0.00	| 1.77
| V102 - Q63rentreheb	154	154.00	| -3.9	2.5	-8.5	-3.9	-10.0	| -0.29	0.18	-0.63	-0.29	-0.74	| 5.23
| V103 - Q63continue	93	93.00	| -7.7	-1.4	0.0	0.4	16.1	| -0.76	-0.14	0.00	0.04	1.59	| 9.32
| V104 - Q63abandonvehi	62	62.00	| 5.7	4.8	0.5	7.2	-0.6	| 0.70	0.58	0.06	0.89	-0.07	| 14.48
| V105 - Q63attendmieux	137	137.00	| 1.3	10.3	15.6	4.2	-1.2	| 0.10	0.82	1.23	0.33	-0.10	| 6.01
| V106 - Q63autres	7	7.00	| 0.7	-1.0	0.0	1.1	-0.3	| 0.25	-0.39	0.00	0.42	-0.12	| 136.14
| 153_ - *Reponse manquante*	161	161.00	| 0.2	1.6	0.0	2.1	-1.1	| 0.01	0.12	0.00	0.15	-0.08	| 4.96

| 154 . Q65SPAD													
| V101 - Q65evacimediatic	662	662.00	| 8.3	8.2	0.3	-1.5	18.2	| 0.18	0.18	0.01	-0.03	0.40	| 0.45
| V102 - Q65confirmordre	139	139.00	| -2.4	-11.9	-3.1	-2.1	-14.7	| -0.19	-0.94	-0.25	-0.17	-1.15	| 5.91
| V103 - Q65refusevac	35	35.00	| -4.6	3.7	-7.3	-11.0	-3.3	| -0.77	0.61	-1.22	-1.83	-0.54	| 26.43
| V104 - Q65attendevolu	97	97.00	| -7.0	-1.6	8.6	11.3	-8.6	| -0.67	-0.15	0.83	1.09	-0.83	| 8.90
| V105 - Q65NSP	18	18.00	| -0.1	1.3	-1.0	0.3	-0.2	| -0.02	0.30	-0.24	0.07	-0.05	| 52.33
| 154_ - *Reponse manquante*	9	9.00	| -0.2	-0.2	-0.9	0.1	-0.1	| -0.05	-0.08	-0.29	0.03	-0.05	| 105.67

| 3 . %ge													
| V001 - <25ans	320	320.00	| -1.5	-1.9	2.9	2.3	-1.9	| -0.07	-0.09	0.13	0.11	-0.09	| 2.00
| V002 - 25-45ans	257	257.00	| -2.6	-2.3	1.3	0.4	5.2	| -0.14	-0.13	0.07	0.02	0.28	| 2.74

| V003 - 46-65ans	229	229.00	| 0.8	0.0	-1.6	-3.4	-0.9	| 0.05	0.00	-0.09	-0.20	-0.05	| 3.19
| V004 - >65ans	153	153.00	| 4.6	2.5	-1.7	-2.0	-1.0	| 0.34	0.19	-0.12	-0.15	-0.07	| 5.27
| 3_ - *Reponse manquante*	1	1.00	| 0.5	0.7	-0.7	-0.6	-0.3	| 0.52	0.66	-0.73	-0.56	-0.33	| 959.00

| 4 . CSP													
| V001 - agriculteurs	9	9.00	| 0.4	-1.7	0.2	1.0	-0.1	| 0.13	-0.56	0.05	0.32	-0.03	| 105.67
| V002 - artisan-com	72	72.00	| -0.9	-0.7	0.5	-1.4	-0.5	| -0.10	-0.08	0.06	-0.16	-0.06	| 12.33
| V003 - cadres-profintel.	39	39.00	| 0.6	-2.8	-0.6	0.5	4.0	| 0.09	-0.44	-0.09	0.08	0.63	| 23.62
| V004 - profinterm	37	37.00	| -2.4	1.0	0.9	-0.5	3.1	| -0.38	0.17	0.14	-0.07	0.51	| 24.95
| V005 - employes	169	169.00	| -1.8	-2.2	0.5	-0.1	0.7	| -0.13	-0.15	0.04	0.00	0.05	| 4.68
| V006 - ouvriers	27	27.00	| -0.9	-1.3	-0.2	1.8	1.4	| -0.17	-0.24	-0.03	0.35	0.26	| 34.56
| V007 - retraites	192	192.00	| 4.1	1.8	-1.7	-3.3	-1.5	| 0.27	0.11	-0.11	-0.21	-0.10	| 4.00
| V008 - etudiant-scol	267	267.00	| -1.3	-1.8	1.3	1.0	-1.5	| -0.07	-0.09	0.07	0.05	-0.08	| 2.60
| V009 - chomeurs	62	62.00	| 0.2	1.0	1.6	-0.6	2.0	| 0.03	0.12	0.20	-0.07	0.24	| 14.48
| V010 - autrinactifs	85	85.00	| 1.6	2.3	-0.3	0.2	-1.0	| 0.16	0.23	-0.03	0.02	-0.10	| 10.29
| 4_ - *Reponse manquante*	1	1.00	| 0.1	-1.7	-0.6	-0.3	-0.8	| 0.14	-1.65	-0.55	-0.26	-0.76	| 959.00

| 8 . durée de résidence recodée													
| V001 - <10mois	60	60.00	| -1.5	-0.8	2.2	0.6	2.5	| -0.19	-0.10	0.27	0.07	0.31	| 15.00
| V002 - [10mois-2ans[	62	62.00	| 0.1	-0.8	1.1	-0.7	3.4	| 0.01	-0.10	0.14	-0.08	-0.41	| 14.48
| V003 - [2-15ans[	352	352.00	| -1.9	-2.3	0.3	0.1	1.4	| -0.08	-0.10	0.01	0.00	0.06	| 1.73
| V004 - [15-45ans[	313	313.00	| 3.6	-0.4	0.2	-1.8	-1.1	| 0.17	-0.02	0.01	-0.09	-0.05	| 2.07
| V005 - >45ans	165	165.00	| -0.6	1.4	-0.8	-0.2	-2.6	| -0.04	0.10	-0.06	-0.01	-0.18	| 4.82
| 8_ - *Reponse manquante*	8	8.00	| -0.1	1.9	-1.9	-0.4	0.2	| -0.03	0.66	-0.67	-0.13	0.08	| 119.00

| MODALITES													
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----													
| VALEURS-TEST													
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----													
| COORDONNEES													
----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- ----- -----													
IDEN - LIBELLE	EFF.	P.ABS	| 1	2	3	4	5	| 1	2	3	4	5	| DISTO.

| 33 . enfants en âge scolaire ?													
| V001 - enf_Oui	218	218.00	| 1.1	-0.5	-0.9	-1.7	3.7	| 0.07	-0.03	-0.05	-0.10	0.22	| 3.40
| V002 - enf_Non	707	707.00	| -1.3	-2.2	2.0	0.0	-2.2	| -0.02	-0.04	0.04	0.00	-0.04	| 0.36
| 33_ - *Reponse manquante*	35	35.00	| 1.4	0.9	0.6	-1.2	0.3	| 0.23	0.14	0.09	-0.21	0.05	| 26.43

| 91 . hausse maximum de la rivière en cas d'inondation													
| V001 - 50cm	92	92.00	| -0.1	0.2	-0.6	-1.9	-1.5	| -0.01	0.02	-0.06	-0.19	-0.15	| 9.43
| V002 - 6m	543	543.00	| 0.5	-2.0	0.1	0.9	0.3	| 0.01	-0.06	0.00	0.02	0.01	| 0.77
| V003 - 14m	173	173.00	| -1.3	-2.6	1.6	-3.8	1.7	| -0.09	-0.18	0.11	-0.26	0.12	| 4.55
| V004 - HmaxcrueNSP	135	135.00	| 0.8	2.6	0.1	2.2	0.7	| 0.07	0.21	0.00	0.18	0.06	| 6.11
| 91_ - *Reponse manquante*	17	17.00	| 1.2	0.0	0.7	-1.0	0.3	| 0.28	0.00	0.18	-0.24	0.08	| 55.47

| 97 . ^ partir de quelle hauteur d'eau une personne peut-elle être													
| V001 - HeauH10cm	44	44.00	| 0.1	0.4	0.4	0.7	1.5	| 0.02	0.06	0.05	0.10	0.23	| 20.82
| V002 - HeauH40cm	293	293.00	| 0.7	-1.8	-0.5	-4.1	0.8	| 0.03	-0.09	-0.02	-0.20	0.04	| 2.28
| V003 - HeauH70cm	310	310.00	| -1.0	-4.0	2.4	-1.4	0.6	| -0.05	-0.19	0.11	-0.06	0.03	| 2.10
| V004 - HeauH1m	269	269.00	| 0.1	3.7	-1.8	2.2	-0.4	| 0.01	0.19	-0.09	0.11	-0.02	| 2.57
| V005 - HeauH_NSP	31	31.00	| 1.3	-0.4	1.5	2.6	-1.1	| 0.23	-0.07	0.26	0.46	-0.20	| 29.97
| 97_ - *Reponse manquante*	13	13.00	| 0.3	-0.2	1.5	0.0	0.5	| 0.08	-0.06	0.41	-0.01	0.14	| 72.85

| 98 . ^ partir de quelle hauteur d'eau une voiture peut-elle être													
| V001 - HeauV10cm	46	46.00	| 3.1	0.5	0.5	-0.2	0.3	| 0.45	0.08	0.07	-0.03	0.04	| 19.87
| V002 - HeauV40cm	277	277.00	| -0.8	-2.7	1.8	-1.9	1.7	| -0.04	-0.14	0.09	-0.10	0.09	| 2.47
| V003 - HeauV70cm	288	288.00	| -1.3	-0.5	-1.1	-1.7	0.0	| -0.06	-0.02	-0.05	-0.09	0.00	| 2.33
| V004 - HeauV1m	268	268.00	| 0.9	-0.4	0.5	0.9	-0.6	| 0.05	-0.02	0.03	0.05	-0.03	| 2.58
| V005 - Heau_NSP	55	55.00	| 1.9	0.6	0.8	1.7	-0.7	| 0.24	0.08	0.10	0.22	-0.09	| 16.45
| 98_ - *Reponse manquante*	26	26.00	| -2.3	2.0	-1.6	-0.1	1.5	| -0.45	0.39	-0.31	-0.03	0.29	| 35.92

| 133 . sexe													
| V101 - Homme	392	392.00	| -4.2	-5.2	-0.4	-1.5	0.0	| -0.16	-0.20	-0.02	-0.06	0.00	| 1.45
| V102 - Femme	568	568.00	| 4.5	3.2	1.6	-0.4	1.3	| 0.12	0.09	0.04	-0.01	0.03	| 0.69

| 155 . Q66SPAD													
| V101 - Q66animauxdom	173	173.00	| 1.2	1.5	2.0	0.0	-0.4	| 0.08	0.10	0.14	0.00	-0.03	| 4.55
| V102 - Q66contactfamille	151	151.00	| -1.0	-3.0	-0.2	0.5	0.2	| -0.07	-0.22	-0.02	0.04	0.01	| 5.36
| V103 - Q66lieusûr	253	253.00	| 1.6	0.2	-1.2	-1.0	0.4	| 0.09	0.01	-0.06	-0.05	0.02	| 2.79
| V104 - Q66abandonbiens	135	135.00	| -2.2	-0.9	2.4	0.7	-1.3	| -0.18	-0.07	0.19	0.05	-0.11	| 6.11
| V105 - Q66autres	93	93.00	| 1.2	-0.2	-2.2	-0.6	1.5	| 0.12	-0.02	-0.22	-0.06	0.15	| 9.32
| V106 - Q66NSP	103	103.00	| 0.4	-0.2	2.0	-0.8	1.1	| 0.03	-0.02	0.19	-0.07	0.11	| 8.32
| 155_ - *Reponse manquante*	52	52.00	| -1.4	-0.7	-1.7	-2.3	0.9	| -0.19	-0.09	-0.23	-0.31	0.13	| 17.46

| 157 . Q68SPAD													
| V101 - Q68recupenfant	163	163.00	| 0.2	0.9	-1.4	-1.3	-0.4	| 0.01	0.06	-0.10	-0.09	-0.03	| 4.89
| V102 - Q68rien	156	156.00	| -0.3	-0.4	0.5	-1.0	2.0	| -0.02	-0.03	0.04	-0.07	0.15	| 5.15
| V103 - Q68tiersrecup	16	16.00	| 0.8	-1.1	0.9	0.8	1.1	| 0.20	-0.28	0.23	0.21	0.28	| 59.00
| V104 - Q68appeletab	15	15.00	| 0.3	-0.8	-1.3	-0.3	1.2	| 0.08	-0.20	-0.34	-0.08	0.30	| 63.00
| V105 - Q68autres	2	2.00	| -0.5	-2.3	0.0	0.9	-0.6	| -0.39	-1.63	0.00	0.60	-0.39	| 479.00
| 157_ - *Reponse manquante*	608	608.00	| 0.2	-1.8	2.0	-0.4	-0.4	| 0.01	-0.04	0.05	-0.01	-0.01	| 0.58

IV. Typologie des comportements

| 158 - Q47SPAD																			
| V101 - Q47autoLocale	164	164.00	| 2.9	-0.9	-1.0	-1.1	0.8	| 0.21	-0.06	-0.07	-0.08	0.06	| 4.85						
| V102 - Q47media	48	48.00	| 0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	| 0.01	0.02	0.01	0.01	0.05	| 19.00						
| V103 - Q47pompgend	471	471.00	| 0.5	-1.8	1.5	-0.3	1.0	| 0.02	-0.06	0.05	-0.01	0.03	| 1.04						
| V104 - Q47obsenvir	100	100.00	| -3.7	-0.8	-0.7	-1.5	-1.4	| -0.35	-0.08	-0.07	-0.15	-0.13	| 8.60						
| V105 - Q47voisinsfamille	30	30.00	| -2.6	0.5	-0.3	-0.1	-0.6	| -0.47	0.09	-0.05	-0.03	-0.10	| 31.00						
| V106 - Q47MeteoF	114	114.00	| 1.6	0.5	1.8	0.2	1.5	| 0.14	0.05	0.16	0.01	0.13	| 7.42						
| V107 - Q47autres	8	8.00	| 1.0	1.0	-1.0	0.8	0.4	| 0.37	0.36	-0.35	0.30	0.14	| 119.00						
| V108 - Q47sansprefNSP	14	14.00	| 0.2	0.3	1.0	-1.5	0.1	| 0.06	0.09	0.26	-0.39	0.03	| 67.57						
| 158_ - *Reponse manquante*	11	11.00	| -2.6	0.3	-1.5	1.5	-2.4	| -0.77	0.10	-0.44	0.46	-0.71	| 86.27						

DESCRIPTION DE LA Coupure 'b' de l'arbre en 8 classes

CARACTERISATION DES CLASSES PAR LES MODALITES

CARACTERISATION PAR LES MODALITES DES CLASSES OU MODALITES

DE Coupure 'b' de l'arbre en 8 classes

Classe 1 / 8

V.TEST	PROBA	CLA/	MOD/	MOD/	CLA	GLOBAL	MODALITES	DES	IDENTIFIANTS	POIDS
							CARACTERISTIQUES	VARIABLES		
						43.54	Classe 1 / 8		bb1b	418
9.78	0.000	49.94	96.41	84.06			R_annule	Q56BSPAD	V101	807
9.42	0.000	53.47	84.69	68.96			Q65evacimedi	Q65SPAD	V101	662
8.81	0.000	78.10	25.60	14.27			Q63attendmieux	Q63SPAD	V105	137
6.87	0.000	68.32	26.32	16.77			*Reponse manquante*	Q63SPAD	153_	161
6.76	0.000	54.70	61.24	48.75			Q_annule	Q56ASPAD	V101	468
6.21	0.000	56.94	47.13	36.04			Q63pointhaut	Q63SPAD	V101	346
4.33	0.000	60.87	20.10	14.38			Q59quitteheb	Q59SPAD	V104	138
3.88	0.000	58.17	21.29	15.94			>65ans	âge	V004	153
2.66	0.004	61.82	8.13	5.73			Heau_NSP	hauteur d'eau dangereuse pour une voiture	V005	55
2.42	0.008	51.56	23.68	20.00			retraites	CSP	V007	192
2.41	0.008	46.83	63.64	59.17			Femme	sexe	V102	568
2.18	0.014	46.50	63.64	59.58			Q59attendifo	Q59SPAD	V102	572
1.98	0.024	53.76	11.96	9.69			Q66autres	Q66SPAD	V105	93
1.96	0.025	58.70	6.46	4.79			HeauV10cm	hauteur d'eau dangereuse pour une voiture	V001	46
-1.99	0.023	38.57	27.03	30.52			O_chercheinfo	Q56ASPAD	V103	293
-2.12	0.017	38.19	26.32	30.00			Heau70cm	hauteur d'eau dangereuse pour une voiture	V003	288
-2.13	0.017	23.33	1.67	3.13			Q47voisinsfamille	Q47SPAD	V105	30
-2.41	0.008	38.78	36.36	40.83			Homme	sexe	V101	392
-2.57	0.005	33.77	12.20	15.73			Q66contactfamille	Q66SPAD	V102	151
-3.22	0.001	32.37	13.40	18.02			14m	hausse maximum de la rivière en cas d'inondation	V003	173
-3.82	0.000	27.12	7.66	12.29			O_maintienacti	Q56ASPAD	V104	118
-4.28	0.000	0.00	0.00	2.08			R_nochange	Q56BSPAD	V102	20
-4.74	0.000	16.42	2.63	6.98			O_nochange	Q56ASPAD	V102	67
-5.76	0.000	0.00	0.00	3.44			R_maintienacti	Q56BSPAD	V104	33
-5.96	0.000	0.00	0.00	3.65			Q65refusevac	Q65SPAD	V103	35
-8.26	0.000	0.00	0.00	6.46			Q63abandonvehi	Q63SPAD	V104	62
-8.60	0.000	2.53	0.48	8.23			R_chercheinfo	Q56BSPAD	V103	79
-10.34	0.000	4.13	1.20	12.60			Q59surveille_Riv	Q59SPAD	V101	121
-10.37	0.000	0.00	0.00	9.69			Q63continue	Q63SPAD	V103	93
-13.04	0.000	0.00	0.00	14.48			Q65confirmordre	Q65SPAD	V102	139
-13.84	0.000	0.00	0.00	16.04			Q63rentreheb	Q63SPAD	V102	154

Classe 2 / 8

V.TEST	PROBA	CLA/	MOD/	MOD/	CLA	GLOBAL	MODALITES	DES	IDENTIFIANTS	POIDS
							CARACTERISTIQUES	VARIABLES		
						13.54	Classe 2 / 8		bb2b	130
24.85	0.000	84.42	100.00	16.04			Q63rentreheb	Q63SPAD	V102	154
2.51	0.006	14.75	91.54	84.06			R_annule	Q56BSPAD	V101	807
-2.43	0.008	0.00	0.00	3.44			R_maintienacti	Q56BSPAD	V104	33
-2.54	0.006	0.00	0.00	3.65			Q65refusevac	Q65SPAD	V103	35
-3.77	0.000	0.00	0.00	6.46			Q63abandonvehi	Q63SPAD	V104	62
-4.86	0.000	0.00	0.00	9.69			Q63continue	Q63SPAD	V103	93
-6.16	0.000	0.00	0.00	14.27			Q63attendmieux	Q63SPAD	V105	137
-6.79	0.000	0.00	0.00	16.77			*Reponse manquante*	Q63SPAD	153_	161
-11.00	0.000	0.00	0.00	36.04			Q63pointhaut	Q63SPAD	V101	346

Classe 3 / 8

V.TEST	PROBA	CLA/	MOD/	MOD/	CLA	GLOBAL	MODALITES	DES	IDENTIFIANTS	POIDS
							CARACTERISTIQUES	VARIABLES		
						15.10	Classe 3 / 8		bb3b	145
18.34	0.000	75.54	72.41	14.48			Q65confirmordre	Q65SPAD	V102	139

10.19	0.000	51.24	42.76	12.60	Q59surveille_Riv	Q59SPAD	V101	121
7.77	0.000	27.46	65.52	36.04	Q63pointhaut	Q63SPAD	V101	346
3.95	0.000	16.98	94.48	84.06	R_annule	Q56BSPAD	V101	807
2.93	0.002	20.48	41.38	30.52	O_chercheinfo	Q56ASPAD	V103	293
2.06	0.020	18.11	48.97	40.83	Homme	sexe	V101	392
2.06	0.020	19.65	31.03	23.85	46-65ans	%ge	V003	229
-2.06	0.020	13.03	51.03	59.17	Femme	sexe	V102	568
-2.13	0.016	8.89	8.28	14.06	HmaxcrueNSP	hausse maximum de la rivière en cas d'inondation	V004	135
-2.14	0.016	2.70	0.69	3.85	profinterm	CSP	V004	37
-2.50	0.006	10.41	19.31	28.02	HeauH1m	hauteur d'eau dangereuse pour un adulte en bonne santé	V004	269
-2.50	0.006	8.03	7.59	14.27	Q63attendmieux	Q63SPAD	V105	137
-2.59	0.005	4.48	2.07	6.98	O_nochange	Q56ASPAD	V102	67
-2.63	0.004	6.19	4.14	10.10	Q65attendevolu	Q65SPAD	V104	97
-2.65	0.004	0.00	0.00	3.44	R_maintienacti	Q56BSPAD	V104	33
-2.76	0.003	0.00	0.00	3.65	Q65refusevac	Q65SPAD	V103	35
-3.14	0.001	6.52	6.21	14.38	Q59quitteheb	Q59SPAD	V104	138
-3.25	0.001	4.30	2.76	9.69	Q63continue	Q63SPAD	V103	93
-4.05	0.000	0.00	0.00	6.46	Q63abandonvehi	Q63SPAD	V104	62
-4.30	0.000	4.55	4.83	16.04	Q63rentreheb	Q63SPAD	V102	154
-4.89	0.000	10.31	40.69	59.58	Q59attendifo	Q59SPAD	V102	572
-12.68	0.000	4.83	22.07	68.96	Q65evacimedi	Q65SPAD	V101	662

Classe 4 / 8

V.TEST	PROBA	---- POURCENTAGES ----			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
					13.13	Classe 4 / 8	bb4b	126
17.78	0.000	87.10	64.29	9.69	Q63continue	Q63SPAD	V103	93
12.61	0.000	70.89	44.44	8.23	R_chercheinfo	Q56BSPAD	V103	79
3.91	0.000	20.62	42.06	26.77	25-45ans	%ge	V002	257
3.31	0.000	28.36	15.08	6.98	O_nochange	Q56ASPAD	V102	67
2.79	0.003	30.77	9.52	4.06	cadres-profintel.	CSP	V003	39
2.68	0.004	15.11	79.37	68.96	Q65evacimedi	Q65SPAD	V101	662
2.32	0.010	24.19	11.90	6.46	[10mois-2ans[	durée de résidence recodée	V002	62
2.26	0.012	17.06	39.68	30.52	O_chercheinfo	Q56ASPAD	V103	293
2.14	0.016	27.03	7.94	3.85	profinterm	CSP	V004	37
1.99	0.023	17.43	30.16	22.71	enf_Oui	enfants en %ge scolaire ?	V001	218
-1.98	0.024	9.90	24.60	32.60	[15-45ans[	durée de résidence recodée	V004	313
-2.03	0.021	8.07	10.32	16.77	*Reponse manquante*	Q63SPAD	153_	161
-2.03	0.021	5.88	3.97	8.85	autrinactifs	CSP	V010	85
-2.18	0.015	7.25	7.94	14.38	Q59quitteheb	Q59SPAD	V104	138
-2.37	0.009	0.00	0.00	3.44	R_maintienacti	Q56BSPAD	V104	33
-2.40	0.008	7.51	10.32	18.02	Q66animauxdom	Q66SPAD	V101	173
-2.42	0.008	7.81	11.90	20.00	retraites	CSP	V007	192
-2.48	0.007	0.00	0.00	3.65	Q65refusevac	Q65SPAD	V103	35
-3.47	0.000	8.09	22.22	36.04	Q63pointhaut	Q63SPAD	V101	346
-3.69	0.000	0.00	0.00	6.46	Q63abandonvehi	Q63SPAD	V104	62
-3.88	0.000	3.60	3.97	14.48	Q65confirmordre	Q65SPAD	V102	139
-4.59	0.000	2.19	2.38	14.27	Q63attendmieux	Q63SPAD	V105	137
-5.04	0.000	7.48	27.78	48.75	O_annule	Q56ASPAD	V101	468
-5.95	0.000	0.65	0.79	16.04	Q63rentreheb	Q63SPAD	V102	154
-8.46	0.000	8.55	54.76	84.06	R_annule	Q56BSPAD	V101	807

Classe 5 / 8

V.TEST	PROBA	---- POURCENTAGES ----			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
					6.15	Classe 5 / 8	bb5b	59
20.17	0.000	95.16	100.00	6.46	Q63abandonvehi	Q63SPAD	V104	62
2.37	0.009	6.94	94.92	84.06	R_annule	Q56BSPAD	V101	807
-2.21	0.014	1.65	3.39	12.60	Q59surveille_Riv	Q59SPAD	V101	121
-2.89	0.002	0.00	0.00	9.69	Q63continue	Q63SPAD	V103	93
-3.78	0.000	0.00	0.00	14.27	Q63attendmieux	Q63SPAD	V105	137
-4.09	0.000	0.00	0.00	16.04	Q63rentreheb	Q63SPAD	V102	154
-4.21	0.000	0.00	0.00	16.77	*Reponse manquante*	Q63SPAD	153_	161
-7.02	0.000	0.00	0.00	36.04	Q63pointhaut	Q63SPAD	V101	346

Classe 6 / 8

V.TEST	PROBA	---- POURCENTAGES ----			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
					3.13	Classe 6 / 8	bb6b	30
99.99	0.000	85.71	100.00	3.65	Q65refusevac	Q65SPAD	V103	35
3.03	0.001	9.78	30.00	9.58	50cm	hausse maximum de la rivière en cas d'inondation	V001	92
2.26	0.012	5.53	46.67	26.35	Q66lieus□r	Q66SPAD	V103	253
2.24	0.013	8.24	23.33	8.85	autrinactifs	CSP	V010	85

IV. Typologie des comportements

-2.39	0.008	0.00	0.00	14.48	Q65confirmordre	Q65SPAD	V102	139
-8.14	0.000	0.00	0.00	68.96	Q65evacimedi	Q65SPAD	V101	662

 Classe 7 / 8

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
				3.33	Classe 7 / 8		bb7b	32
99.99	0.000	96.97	100.00	3.44	R_maintienacti	Q56BSPAD	V104	33
6.33	0.000	16.10	59.38	12.29	O_maintienacti	Q56ASPAD	V104	118
3.09	0.001	11.94	25.00	6.98	O_nochange	Q56ASPAD	V102	67
2.88	0.002	7.51	40.63	18.02	14m	hausse maximum de la rivière en cas d'inondation	V003	173
2.75	0.003	8.03	34.38	14.27	Q63attendmieux	Q63SPAD	V105	137
-6.19	0.000	0.00	0.00	48.75	O_annule	Q56ASPAD	V101	468
-10.81	0.000	0.00	0.00	84.06	R_annule	Q56BSPAD	V101	807

 Classe 8 / 8

V.TEST	PROBA	POURCENTAGES			MODALITES		IDEN	POIDS
		CLA/MOD	MOD/CLA	GLOBAL	CARACTERISTIQUES	DES VARIABLES		
				2.08	Classe 8 / 8		bb8b	20
13.51	0.000	100.00	100.00	2.08	R_nochange	Q56BSPAD	V102	20
7.14	0.000	20.90	70.00	6.98	O_nochange	Q56ASPAD	V102	67
2.81	0.002	4.46	60.00	28.02	HeauH1m	hauteur d'eau dangereuse pour un adulte en bonne santé	V004	269
2.17	0.015	11.54	15.00	2.71	*Reponse manquante*	hauteur d'eau dangereuse pour une voiture	98_	26
-2.03	0.021	0.65	10.00	32.29	HeauH70cm	hauteur d'eau dangereuse pour un adulte en bonne santé	V003	310
-2.06	0.020	0.64	10.00	32.60	[15-45ans[	durée de résidence recodée	V004	313
-2.49	0.006	0.34	5.00	30.52	O_chercheinfo	Q56ASPAD	V103	293
-2.97	0.001	0.29	5.00	36.04	Q63pointhaut	Q63SPAD	V101	346
-4.04	0.000	0.21	5.00	48.75	O_annule	Q56ASPAD	V101	468
-8.34	0.000	0.00	0.00	84.06	R_annule	Q56BSPAD	V101	807

Résumé

Les crues rapides sont à l'origine des catastrophes naturelles présentant le plus fort taux de mortalité du fait de leur rapidité d'occurrence et de leur extrême violence. Surprenant les populations dans leurs activités quotidiennes, elles frappent en particulier les personnes en déplacement pendant la crise, si bien que les automobilistes représentent jusqu'à la moitié des décès. Les recherches hydro-météorologiques ont permis d'augmenter les échéances de prévision et de diminuer en partie les incertitudes associées, alors qu'en matière de vulnérabilité sociale beaucoup reste à faire. Les experts appellent à une approche compréhensive intégrant sciences sociales et naturelles pour s'intéresser aux réponses des populations. C'est dans ce cadre que s'inscrit cette recherche sur la vulnérabilité des pratiques de mobilité lors de crues rapides. Deux sources d'inadaptation de ces pratiques sont envisagées : d'une part la réticence à sortir d'un mode de fonctionnement « quotidien » au profit d'un fonctionnement « de crise » ; d'autre part l'inadéquation des représentations spatio-temporelles individuelles du phénomène de crues rapides.

Utilisant l'enquête par questionnaires ou la cartographie mentale auprès d'un total de 1 428 résidents et touristes en visite dans le Gard, nous avons montré que les pratiques de mobilité à risque sont le résultat de la combinaison de trois facteurs : l'exposition spatio-temporelle, les représentations du risque sur la route ainsi que les contraintes familiales et professionnelles quotidiennes des résidents. Sur la base de ce diagnostic de vulnérabilité, des pistes d'actions préventives ciblées sont ensuite proposées.

Abstract

Going against the flow

Travel patterns in the Gard "département": a vulnerability factor of flash floods.

Flash floods trigger the highest mortality rate in natural disasters because of the rapidity of their onset and extreme violence. They arrive suddenly and surprise people who are in the midst of their daily activities, particularly striking during people's travels. For each catastrophe, up to half of the deaths are road users. Hydro-meteorological research allows for more prediction lead-time and can reduce uncertainty. However, social vulnerability remains an outstanding focus. Experts call for a comprehensive integration of social and natural sciences to better understand public responses. In this context, this thesis addresses people's travel patterns during flash floods and makes two assumptions : i) people's unwillingness to change their daily routines, ii) discrepancy between individual space-time representations and actual flash flood phenomenon characteristics.

Using questionnaires or cognitive maps to interview a total of 1,428 residents and tourists visiting the Gard « département », we demonstrated that « at risk » travel patterns result in a mix of three factors : spatio-temporal exposure, cognitive understanding of risks on the road, but also daily family and professional constraints. Based on our analysis, we suggest a range of targeted preventative actions.