



HAL
open science

Conduite à contre-courant et crues rapides, le conflit du quotidien et de l'exceptionnel

I. Ruin

► **To cite this version:**

I. Ruin. Conduite à contre-courant et crues rapides, le conflit du quotidien et de l'exceptionnel. *Annales de géographie*, 2010, 674, pp.419-432. <insu-00652691>

HAL Id: insu-00652691

<https://insu.hal.science/insu-00652691v1>

Submitted on 28 May 2021

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

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



HAL Authorization

CONDUITE À CONTRE-COURANT ET CRUES RAPIDES, LE CONFIIT DU QUOTIDIEN ET DE L'EXCEPTIONNEL

[Isabelle Ruin](#)

Armand Colin | « [Annales de géographie](#) »

2010/4 n° 674 | pages 419 à 432

ISSN 0003-4010

ISBN 9782200926298

Article disponible en ligne à l'adresse :

<https://www.cairn.info/revue-annales-de-geographie-2010-4-page-419.htm>

Distribution électronique Cairn.info pour Armand Colin.

© Armand Colin. Tous droits réservés pour tous pays.

La reproduction ou représentation de cet article, notamment par photocopie, n'est autorisée que dans les limites des conditions générales d'utilisation du site ou, le cas échéant, des conditions générales de la licence souscrite par votre établissement. Toute autre reproduction ou représentation, en tout ou partie, sous quelque forme et de quelque manière que ce soit, est interdite sauf accord préalable et écrit de l'éditeur, en dehors des cas prévus par la législation en vigueur en France. Il est précisé que son stockage dans une base de données est également interdit.

Conduite à contre-courant et crues rapides, le conflit du quotidien et de l'exceptionnel

Isabelle Ruin

Laboratoire d'étude des transferts en hydrologie et environnement (LTHE-CNRS)

Introduction

La spécificité des facteurs de crues rapides réside 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). 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 fait 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 souvent accompagnées d'un effet de surprise renforcé par la soudaineté et l'intensité 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.

Même si les crues rapides affectent assez peu de personnes, elles sont généralement associées à un fort taux de mortalité (Jonkman, 2005). Alors que celui-ci s'élève à 0,49 % pour les inondations lentes, il atteint 3,62 % dans le cas des crues rapides. Les études portant sur les circonstances des décès soulignent que près de la moitié d'entre eux (jusqu'à 76 % aux Texas, États-Unis) est imputable à des déplacements effectués dans le temps de la crise. La plupart de ces décès sont liés à une prise de risque inutile mais non nécessairement volontaire (Duclos *et al.*, 1991 ; Staes *et al.*, 1994 ; Coates, 1999 ; Grunfest *et al.*, 2001 ; Antoine *et al.*, 2001 ; Jonkman *et al.*, 2005). De plus, une partie des déplacements pouvant être qualifiés de dangereux en temps de crise reposent sur des pratiques spatiales quotidiennes (Coates, 1999 ; Ruin *et al.*, 2004).

L'objectif du travail présenté ici est d'appréhender l'ensemble des comportements individuels et stratégies d'action mise en œuvre dans l'espace et dans le temps à l'occasion de précipitations extrêmes pouvant engendrer des crues rapides. Il s'agit notamment de comprendre quels sont les facteurs, structurels et/ou relatifs à l'aléa, et les seuils qui permettent le passage d'un mode de fonctionnement quotidien à un mode de fonctionnement de crise. L'étude des modes d'adaptation des pratiques aux situations de crise doit permettre de comprendre comment différents types d'individus font face à leurs obligations quotidiennes

au regard de la dégradation des circonstances environnementales. Il s'agit notamment d'évaluer l'influence des représentations préalables et des circonstances spatiotemporelles en termes de vulnérabilité et de capacité d'adaptation en se concentrant spécifiquement sur le problème des pratiques de mobilité en temps de crise.

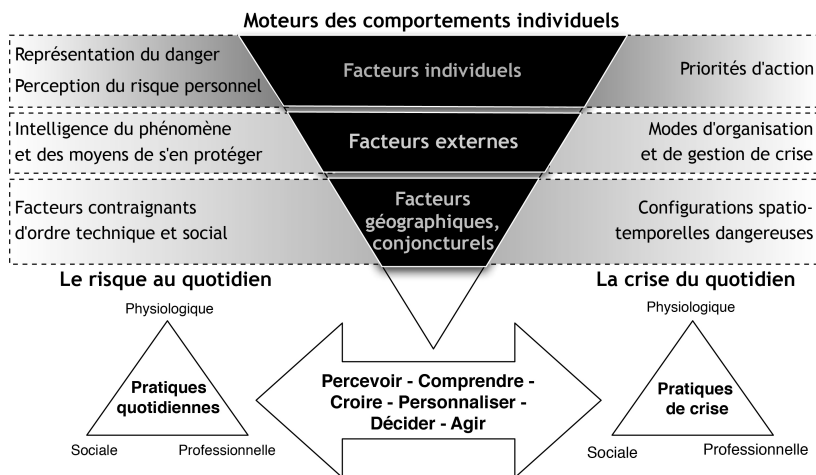


Fig. 1 Modèle d'analyse de la vulnérabilité des comportements en situation de crise élaboré dans le cadre de cette recherche (Ruin, 2007).

1 Modèle d'analyse, méthodes et zone d'étude

Le modèle d'analyse développé ici (figure 1) se rapproche des travaux menés par D'Ercole (1991). L'objectif consiste 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). Ainsi 3 hypothèses sont envisagées pour expliquer les comportements inadaptés :

- une difficulté à se représenter les implications spatio-temporelles des crises 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 œuvre d'actions de protection en temps de crise.

Deux hypothèses complémentaires ont été émises afin de s'atteler au problème spécifique posé par les déplacements quotidiens : (i) la persistance des pratiques spatiales quotidiennes pendant la crise résulte de représentations individuelles non conformes aux caractéristiques du risque encouru sur la route ; (ii) la persistance des pratiques révèle la priorité donnée aux contraintes de la vie quotidienne plutôt qu'à la prise en compte d'un événement exceptionnel et incertain.

Par ailleurs, l'objectif pratique de réduction de la vulnérabilité humaine aux crues rapides de même que le partenariat avec les sciences dures nécessitent une approche compréhensive mais aussi quantifiable du problème. Ainsi, notre analyse fait appel à deux modes d'investigation classiques en Sciences Humaines et Sociales : l'analyse quantitative et l'approche qualitative.

1.1 Approche quantitative prospective du risque au quotidien

Elle vise à déterminer, *a priori*, à partir d'enquêtes quantitatives¹ des profils d'individus particulièrement vulnérables dans le département du Gard, choisi comme terrain d'étude. Cette étape a donné lieu à trois campagnes d'enquêtes entre septembre 2004 et février 2006.

Enquêtes par questionnaires (2004) : En tenant compte de la vocation touristique du département, ces enquêtes ont été réalisées auprès de 268 personnes en visite dans le département ainsi qu'auprès d'un échantillon représentatif de 960 résidents du Gard afin d'évaluer leur représentation du risque et leurs capacités potentielles de réponse à une alerte puis à une crise hydro-météorologique.

Enquêtes par cartes mentales (2006) : Un échantillon spatialement représentatif de 200 usagers du réseau routier gardois compris entre Nîmes et Alès a ensuite été constitué. Les usagers ont été interrogés en face à face sur la base d'un questionnaire accompagné d'une carte routière afin de traiter spécifiquement du problème des mobilités associé au risque de coupures par submersion du réseau routier (Ruin *et al.*, 2007). L'objectif était d'une part d'étudier les mobilités habituelles des résidents et leur niveau d'exposition aux coupures du réseau routier ; et d'autre part, d'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.

1.2 Approche rétrospective des situations de crise

Les analyses en retour d'expérience à l'origine des résultats développés dans cet article ont principalement porté sur l'événement hydro-météorologique catastrophique ayant frappé le Gard en septembre 2002. Plusieurs aspects de cette crise ont été spécifiquement étudiés.

1 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.)* ».

Les échelles spatio-temporelles de l'exposition humaine : L'analyse des circonstances des décès a permis d'identifier les configurations spatio-temporelles les plus favorables à l'occurrence d'accidents. Les données recueillies ont permis de positionner dans l'espace et dans le temps les accidents afin de déduire les conditions hydro-météorologiques locales qui en sont à l'origine puis de les mettre en regard des horaires de diffusion de l'alerte (Ruin *et al.*, 2008).

Les pratiques spatiales en période d'alerte et de crise : reconstituées sur la base du récit de 30 habitants de communes sinistrées lors de l'événement de 2002. De cette reconstitution spatio-temporelle ont émergé des profils types de comportements face à différents contextes locaux de crue rapide (Ruin *et al.*, 2004).

1.3 Zone d'étude

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 Méditerranée 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. Antoine *et al.* (2001) ont recensé dans la littérature plus de 277 décès survenus dans le Gard entre 1316 et 1999 (figure 2). En 1999, si seul 19 % du territoire était inondable, 37 % de la population était 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 s'avèrent associés à l'utilisation d'un véhicule pendant la crise.

Les 8 et 9 septembre 2002, 299 communes des 353 que compte le département du Gard ont été sinistrées, faisant 22 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. En effet, lors de cet événement près de 75 % du réseau routier est resté impraticable pendant plusieurs heures. En tout 210 routes départementales et 6 nationales ont été touchées. Le nombre de victimes imputables à des déplacements effectués pendant la crise n'a pas atteint les 40 % de l'ensemble des décès enregistrés, cependant l'événement a 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.

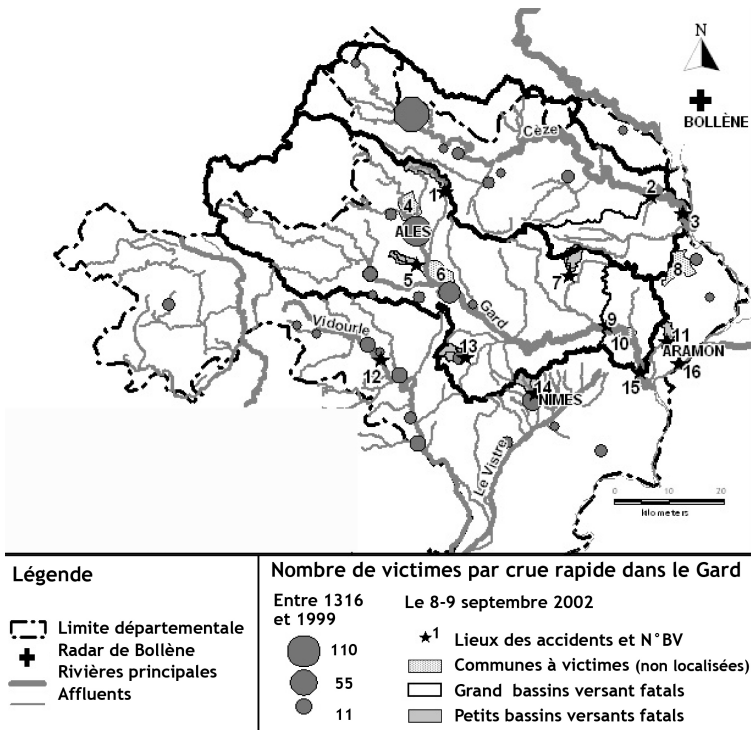


Fig. 2 Distribution des victimes de crues rapides dans le Gard entre 1316 et 1999 (d'après Antoine *et al.*, 2001) et des bassins versants ayant causés des victimes lors de l'épisode des 8-9 septembre 2002.

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

Le résultat de nos analyses utilisant aussi bien l'approche prospective que rétrospective montre que trois facteurs sont principalement à l'origine de la vulnérabilité des automobilistes dans le Gard. Le premier concerne essentiellement la nature du phénomène et notamment le temps de réponse des bassins versants aux sollicitations pluvieuses. Le second facteur à trait aux modes de pratiques spatiales quotidiennes. Finalement les contraintes sociales de nature professionnelles ou familiales pèsent elles aussi lourdement dans le processus de décision en situation d'urgence.

2.1 Une vulnérabilité différente selon la taille du bassin versant

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 (figure 2). 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 succédé 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. 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 tributaires disséminés sur l'ensemble des bassins versants du Gard et de la Cèze. Les études hydrologiques en retour d'expérience indiquent que le Gard a connu la crue la plus importante jamais enregistrée sur son cours principal (Delrieu *et al.*, 2005). 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 les plus importants jamais reportés pour des surfaces similaires en France.

L'analyse des circonstances hydro-météorologiques des 19 accidents fatals, dont les circonstances ont été précisément documentées lors de la crue de septembre 2002, met en valeur deux types de vulnérabilité différents selon la taille des bassins versants à l'origine des ruissellements (Ruin *et al.*, 2008).

Les petits bassins versants, de moins de 20 km², ayant des temps de réponse inférieurs à une heure apparaissent comme les plus dangereux dans la mesure où ils réagissent tout au long de l'événement et sur toute la surface couverte par les pluies. Ils sont responsables d'un plus grand nombre de décès que les très grands bassins versants. Ceux-ci ont affecté 11 individus dans la force de l'âge (moyenne 43 ans) touchés alors qu'ils effectuaient des activités à l'extérieur de bâtiment (souvent lors de leur déplacement). 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 (figure 2 et 3).

Les réactions des plus petits bassins versants (d'environ 10 km²) s'étalent sur toute la durée de l'événement. L'effet de surprise associé au très court temps de réponse de ces petits affluents aurait dû être atténué par le fait que la plupart de ceux-ci ont réagi bien après le début de l'épisode pluvieux dans le département. Ainsi si l'on compare la chronologie des alertes météorologiques (niveaux de vigilance orange et rouge de Météo-France) avec les horaires des cinq accidents qui ont affecté des personnes en déplacement, il s'avère que les décès sont intervenus après l'annonce de la vigilance orange, trois d'entre eux ayant même pris place pendant la vigilance rouge.

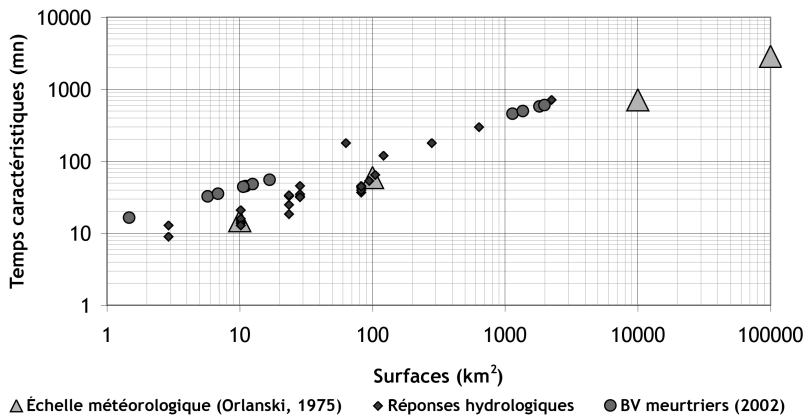


Fig. 3 Échelles spatio-temporelles des bassins versant meurtriers pendant l'épisode pluvieux de septembre 2002 dans le Gard (Ruin *et al.*, 2008 ; Ruin *et al.*, 2009). Le temps de réponse des bassins versants à un épisode pluvieux est proportionnel à la surface de drainage. Dans le Gard, des données historiques (losange) permettent de reconstituer cette relation et d'estimer le temps de réponse des bassins versants à l'origine d'accidents mortels en 2002 (cercles gris).

Les bassins versants de tailles intermédiaires (50 à 500 km²) n'ont pas causé de victimes même si l'événement analysé apparaît intense de façon homogène sur l'ensemble de la gamme des échelles considérées (figure 3). 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.

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 3 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 (Ruin *et al.*, 2004). Ces profils semblent être influencés par la conscience du danger que représentent 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. Une 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 (Ruin *et al.*, 2009). Dans ce cas, l'effet de surprise n'a malheureusement été atténué, ni par le haut niveau de vigilance (rouge) déclaré depuis le matin, ni par l'état de crise ayant débuté la veille pour une partie du département.

2.2 Une représentation du risque indissociable des modes de pratiques spatiales

Le traitement des 1 428 questionnaires et des 200 cartes mentales a fait appel à la combinaison d'analyses spatiales sous SIG ainsi qu'à la mise en œuvre de traitements statistiques bivariés et multivariés associés à des Classifications Ascendantes Hiérarchiques (CAH) pour la réalisation des typologies. 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 (Ruin *et al.*, 2007).

Nos résultats intéressant l'échelle locale montrent en premier lieu une différence importante entre les représentations du risque d'inondation des usagers du réseau routier compris entre Nîmes et Alès et la réalité des coupures routières enregistrées par les services de la Direction Départementale de l'Équipement (DDE). En effet, seul un tiers des tronçons ayant été effectivement inondés lors d'au moins un des épisodes pluvieux de 2003, 2004 et 2005 est identifié comme potentiellement dangereux par ses usagers. De plus, 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 (carte routière au 1/100 000^e) 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.

De plus, 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. 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 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, il est important de prendre en compte le fait que les automobilistes se représentent moins bien le risque qu'ils encourent en prenant la route que celui qui les menace sur leur lieu de vie. 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.

2.3 Du quotidien à la crise, une transition des pratiques difficile

Les représentations spatiales du risque sur la route n'expliquent pas à elles seules les comportements effectifs en temps de crue, les contraintes quotidiennes professionnelles et familiales apparaissent elles aussi essentielles. Ainsi les résultats de l'enquête par questionnaire ont permis de mettre en avant deux contraintes majeures susceptibles de limiter les actions de protection individuelles en temps de crise. La première de nature familiale et conjoncturelle intervient lorsque la

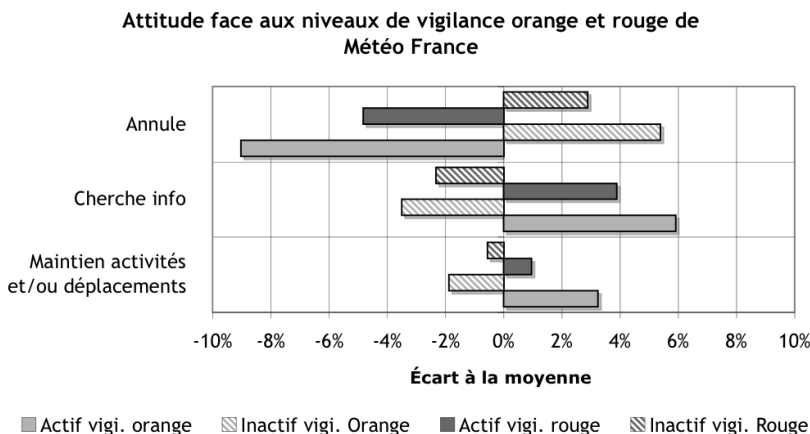


Fig. 4 Comparaison en matière de choix de déplacement entre population active et inactive à l'annonce de précipitations correspondant au déclenchement des niveaux de vigilance Orange et Rouge de Météo France. Enquêtes par questionnaires, N=1228, Gard 2004.

crise survient alors que les enfants sont à l'école. Dans ce cas, le problème posé par les parents d'élèves cherchant à récupérer leurs enfants est loin d'être négligeable puisque, d'après les résultats de notre enquête par questionnaire, plus de la moitié d'entre eux s'y risquerait 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 mise en évidence par de nombreuses recherches (Perry, 1994 ; Mileti, 1995), cette étude montre l'influence des contraintes professionnelles sur les modalités de déplacement en temps de crise (figure 4). Ainsi, l'activité professionnelle semble ainsi jouer un rôle important sur le plan des réactions 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 chômeurs sont plus susceptibles de maintenir leurs activités éventuellement en adaptant leurs itinéraires en cas de vigilance orange. 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 surtout les professions intermédiaires et les ouvriers qui choisissent de poursuivre leurs trajets malgré l'inondation des routes tandis que ce sont les agriculteurs et les retraités qui ont la réaction la plus adaptée en se dirigeant vers un point haut.

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.

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

L'étude de la vulnérabilité humaine aux situations de crise repose principalement sur une évaluation *a priori* des trois principaux facteurs influençant les décisions en temps de crise : la perception du risque, la connaissance des moyens de protection et les contraintes techniques et sociales pouvant freiner l'action. Cependant, à la lumière des résultats de cette recherche, il semble que l'approche rétrospective soit nécessaire pour compléter les résultats obtenus par des méthodes prospectives dont les mises en situation restent virtuelles. En effet, ces mises en situation font appel aux représentations individuelles qui peuvent s'avérer très éloignées des situations réelles vécues en temps de crise. Dans ces circonstances, 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. La qualité de la décision dépend de son adéquation temporelle avec la dynamique du phénomène, mais aussi de sa compatibilité avec le contexte géographique. Ainsi, face à une réelle situation d'urgence survenant dans un environnement méconnu, situation fréquente lors de déplacements, les réactions en temps réel peuvent s'avérer bien différentes des comportements déclarés.

L'application de notre méthode d'analyse au cas du Gard a désigné les pratiques spatiales quotidiennes comme facteur de vulnérabilité aux crues rapides d'une part du fait de représentations spatio-temporelles éloignées de la réalité du risque et d'autre part par manque de flexibilité des pratiques individuelles quotidiennes. Les résultats de cette étude de cas révèlent néanmoins une problématique plus générale commune à l'hydrologie, la météorologie et aux sciences sociales : l'intérêt de prendre en compte les échelles spatio-temporelles pour améliorer la compréhension des interactions entre environnement naturel et société humaine. Rares sont les travaux utilisant l'approche spatio-temporelle pour traiter de la vulnérabilité humaine, c'est-à-dire aussi bien de l'exposition que des capacités des individus et des sociétés à faire face au déséquilibre provoqué par un événement perturbateur. De nombreux auteurs (Gruntfest, 1977 ; Duclos *et al.*, 1991 ; Staes *et al.*, 1994 ; Coates, 1999 ; Hammer *et al.*, 2001 ; Jonkman *et al.*, 2005 ; Brilly *et al.*, 2005 ; Drobot *et al.*, 2007 ; Knocke *et al.*, 2007) ont contribué à caractériser la vulnérabilité aux crues à dynamique rapide et le problème posé par l'utilisation d'un véhicule en temps de crise, cependant aucun de ces travaux n'a véritablement exploré en profondeur l'origine du problème. L'intérêt de la présente étude réside dans l'intégration de l'ensemble des éléments du puzzle. Ainsi, comme Drobot *et al.* (2007) ; Knocke *et al.* (2007) nos résultats montrent que la représentation du danger est faussée par le sentiment de sécurité qu'éprouvent les conducteurs au volant de leur véhicule. L'utilisation des cartes mentales a par ailleurs permis de 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 travail. Enfin, les mobilités quotidiennes suscitées par la nécessité de se rendre au travail, ou d'aller chercher ses enfants à l'école, s'avèrent, elles aussi, de nature à empêcher l'action de protection en temps de crise. Finalement, cette étude révèle aussi l'influence de l'activité professionnelle non tant comme indicateur de classe sociale que comme indicateur essentiel d'un rapport à la mobilité et donc au risque de crue rapide.

Remerciements

L'auteur tient à remercier la Fondation d'assurance MAIF pour son soutien tout au long des trois années de thèse qui ont abouti à la réalisation de ce travail ainsi que le National Center for Atmospheric Research (NCAR) sponsorisé par

la National Science Foundation (NSF) pour le financement post-doctoral qui a permis à cet article de voir le jour.

Laboratoire d'étude des transferts en hydrologie et environnement
UMR5564 CNRS/IRD/INPG/UJF
Domaine universitaire
1025 rue de la Piscine
38400 Saint-Martin-d'Hères
isabelle.ruin@ujf-grenoble.fr

Bibliographie

- J.-M. Antoine, B. Desailly et F. Gazelle, 2001. « Les crues meurtrières, du Roussillon aux Cévennes », *Annales de géographie*, 622, 597-623.
- Anquetin, S., J.D. Creutin, G. Delrieu, V. Ducrocq, E. Gaume, I. Ruin, 2004. « Increasing the forecasting lead-time of weather driven flash-flood », *Joint Research Centre, Institute for Environment and Sustainability H01/812/02/D9056/AG/ct*.
- Brilly et Polic, 2005. « Public perception of flood risks, flood forecasting and mitigation », *Natural Hazards and Earth System Sciences*, 5, 345-355.
- T. Cannon, 1994. « Vulnerability analysis and the explanation of "natural" disasters ». In Varley, A. (éd.), *Disasters, Development and Environment*. J. Wiley & Sons, Chichester, 13-30.
- L. Coates, 1999. « Flood fatalities in Australia, 1788-1996 », *Australian Geographer*, 30 (3), 391-408.
- G. Delrieu, V. Ducrocq, E. Gaume, J. Nicol, O. Payrastré, E. Yates, P.E. Kirstetter, H. Andrieu, P.A. Ayrat, 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, 2005. « 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*, 6, 34-52.
- R. D'Ercole, 1991. *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.
- R. D'Ercole, 1994. « Les vulnérabilités des sociétés et des espaces urbanisés : Concepts, typologies, mode d'analyse », *Revue de Géographie Alpine*, 32 (4), 87-96.
- S. Drobot, C. Benight, et E. C. Gruntfest, 2007. « Risk factors for driving into flooded roads », *Environmental Hazards*, 7 (3) 227-234.
- P. Duclos, O. Vidonne, P. Beuf, P. Perray et A. Stoebner, 1991. « Flash flood disaster — Nîmes, France, 1988 », *European Journal of Epidemiology*, 7 (4), 365-371.
- E. C. Gruntfest, 1977. « What people did during the big thompson flood », Working paper 32, Natural Hazard Center, Boulder.
- E. C. Gruntfest, et J. W. Handmer, 2001. *Coping with flash floods*. Kluwer, Dordrecht.
- B. Hammer, et T. Schmidlin, 2001. « Vehicle-occupant deaths caused by tornadoes in the United States, 1900-1998 », *Environmental Hazards*, 2, 105-118.
- S. Jonkman, 2005. « Global perspectives on loss of human life caused by floods », *Natural Hazards*, 34, 151-175.
- S. Jonkman et I. Kelman, 2005. « An analysis of causes and circumstances of flood disaster deaths », *Disasters*, 29 (1), 75-97.
- E. T. Knocke et K. N. Kolivras, 2007. « Flash flood awareness in southwest Virginia », *Risk analysis*, 27 (1), 155-169.

- F. Léone et F. Vinet, 2006. « La vulnérabilité, un concept fondamental », *Géorisques*, 1, 9-25.
- I. Ruin et C. Lutoff, 2004. « Vulnérabilité face aux crues rapides et mobilités des populations en temps de crise », *Houille Blanche-Revue Internationale de l'Eau*, 6, 114-119.
- I. Ruin, 2007. *Conduite à contre-courant. Les pratiques de mobilité dans le Gard : facteur de vulnérabilité aux crues rapides*. Thèse de doctorat, Université Joseph Fourier, 362 p.
- I. Ruin, J.-C. Gaillard et C. Lutoff, 2007. « How to get there ? assessing motorists' flash flood risk perception on daily itineraries », *Environmental Hazards*, 7 (3), 235-244.
- I. Ruin, J.-D. Creutin, S. Anquetin et C. Lutoff, 2008. « Human exposure to flash-floods-relation between flood parameters and human vulnerability during a storm of September 2002 in Southern France », *Journal of Hydrology*, vol. 361, 199-213.
- I. Ruin, J.-D. Creutin, S. Anquetin, E. Grunfest et C. Lutoff, 2009. « Human vulnerability to flash floods : Addressing physical exposure and behavioral questions ». Dans *Flood Risk Management : Research and Practice*, Taylor & Francis Group, London, 1005-1012.
- L. Schipper et M. Pelling, 2006. « Disaster risk, climate change and international development : scope for, and challenges to integration ». *Disasters*, 30 (1) : 19 – 38.
- C. Staes, J. C. Orengo, J. Malilay, J. Rullan et E.Noji, 1994. « Deaths due to flash-floods in Puerto-rico, January 1992: Implications for prevention », *International Journal of Epidemiology*, 23 (5), 968-975.